ELÉMENS
DE LA
PHILOSOPHIE DE NEUTON,

Mis à la portée de tout le monde:

Par M^R^. DE VOLTAIRE.

222

A AMSTERDAM,
Chez ETIENNE LEDET & Compagnie.
M. DCC. XXXVIII.

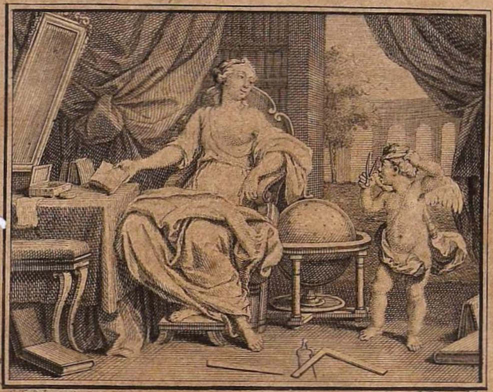
Ex Lib. F. Fulgentii Sacerd. Cap.

ELEMENS

DE LA

PHILOSOPHIE

DE NEUTON.



L. F. Dubourg inv. J. Folkema Sculp.

A MADAME

LA

MARQUISE DU CH.**

TU m'appelles à toi vaſte & puiſſant Génie,
Minerve de la France, immortelle Emilie,
Diſciple de Neuton, & de la Vérité,
Tu pénétres mes ſens des feux de ta clarté,

Je renonce aux lauriers, que long-tems au Théâtre
Chercha d'un vain plaisir mon esprit idolâtre.
De ces triomphes vains mon cœur n'est plus touché.
Que le jaloux Rufus à la terre attaché,
Traîne au bord du tombeau la fureur insensée,
D'enfermer dans un vers une fausse pensée,
Qu'il arme contre moi ses languissantes mains
Des traits qu'il destinoit au reste des humains.
Que quatre fois par mois un ignorant Zoile,
Eleve en fremissant une voix imbécile.
Je n'entends point leurs cris que la haine à formez.
Je ne vois point leurs pas dans la fange imprimez.
Le charme tout-puissant de la Philosophie
Eleve un esprit sage au-dessus de l'envie.
Tranquille au haut des Cieux que Neuton s'est soumis,
Il ignore en effet s'il a des Ennemis.
Je ne les connois plus. Déja de la carriere
L'auguste Vérité vient m'ouvrir la barriere.
Déja ces tourbillons l'un par l'autre pressez,
Se mouvant sans espace, & sans règle entassez,
Ces fantômes savants à mes yeux disparaissent.

Un

Un jour plus pur me luit; les mouvements renaiſſent.
L'eſpace qui de Dieu contient l'immenſité,
Voit rouler dans ſon ſein l'Univers limité,
Cet Univers ſi vaſte à notre faible vûe,
Et qui n'eſt qu'un atome, un point dans l'étendue.

Dieu parle, & le Chaos ſe diſſipe à ſa voix;
Vers un centre commun tout gravite à la fois,
Ce reſſort ſi puiſſant l'ame de la Nature,
Etoit enſéveli dans une nuit obſcure,
Le compas de Neuton meſurant l'Univers,
Leve enfin ce grand voile & les Cieux ſont ouverts.

Il déploye à mes yeux par une main ſavante,
De l'Aſtre des Saiſons la robe étincelante.
L'Emeraude, l'azur, le pourpre, le rubis,
Sont l'immortel tiſſu dont brillent ſes habits.
Chacun de ſes rayons dans ſa ſubſtance pure,
Porte en ſoi les couleurs dont ſe peint la Nature,
Et confondus enſemble, ils éclairent nos yeux,

Ils animent le Monde, ils empliſſent les Cieux.

Confidens du Très-Haut, Subſtances éternelles,
Qui brûlés de ſes feux, qui couvrez de vos aîles
Le Trône où votre Maître eſt aſſis parmi vous,
Parlez, du grand Neuton n'étiez-vous point jaloux?

La Mer entend ſa voix. Je vois l'humide Empire,
S'élever, s'avancer, vers le Ciel qui l'attire,
Mais un pouvoir central arrête ſes efforts,
La Mer tombe, s'affaiſſe, & roule vers ſes bords.

Cometes que l'on craint à l'égal du tonnerre,
Ceſſez dépouvanter les Peuples de la Terre,
Dans une ellipſe immenſe achevez votre cours,
Remontez, deſcendez près de l'Aſtre des jours,
Lancez vos feux, volez, & revenant ſans ceſſe,
Des Mondes épuiſez ranimez la vieilleſſe.

Et toi Sœur du Soleil, Aſtre, qui dans les Cieux,
Des ſages éblouïs trompois les faibles yeux,
Neuton de ta carriere a marqué les limites,

Mar-

Marche, éclaire les nuits ; tes bornes font prefcri-
tes.

Terre change de forme, & que la pefanteur,
En abaiffant le Pole, éleve l'Equateur.
Pole immobile aux yeux, fi lent dans votre courfe,
Fuyez le char glacé de fept Aftres de l'Ourfe,
Embraffez dans le cours de vos longs mouvements,
Deux cens fiècles entiers par delà fix mille ans.

Que ces objets font beaux ! que notre ame épurée
Vole à ces vérités dont elle eft éclairée !
Oui dans le fein de Dieu, loin de ce corps mortel,
L'efprit femble écouter la voix de l'Eternel.

Vous à qui cette voix fe fait fi bien entendre
Comment avez-vous pu, dans un âge encor tendre,
Malgré les vains plaifirs ces écueils des beaux jours,
Prendre un vol fi hardi, fuivre un fi vafte cours,
Marcher après Neuton dans cette route obfcure
Du labyrinthe immenfe, où fe perd la Nature ?
Puiffai je auprès de vous, dans ce Temple écarté,

Aux regards des Français montrer la Vérité.
Tandis (*a*) qu'Algaroti, sûr d'instruire & de plaire,
Vers le Tibre étonné conduit cette Etrangere,
Que de nouvelles fleurs il orne ses atraits,
Le Compas à la main j'en tracerai les traits,
De mes crayons grossiers je peindrai l'Immortelle.
Cherchant à l'embellir je la rendrais moins belle,
Elle est ainsi que vous, noble, simple & sans fard,
Au-dessus de l'éloge, au-dessus de mon Art.

(*a*) Mr. Algaroti jeune Vénitien fait imprimer actuellement à Venise un Traité sur la lumiere dans lequel il explique l'attraction.

J. V. Schley invenit et fecit 1737.

A MADAME

LA

MARQUISE DU CH**

AVANT PROPOS.

MADAME,

Ce n'eſt point ici une Marquiſe, ni une Philoſophie imaginaire. L'étude ſolide que

 vous

vous avez faite de plusieurs nouvelles vérités & le fruit d'un travail respectable, sont ce que j'offre au Public pour votre gloire, pour celle de votre Sexe, & pour l'utilité de quiconque voudra cultiver sa raison & jouïr sans peine de vos recherches. Il ne faut pas s'attendre à trouver ici des agrémens. Toutes les mains ne savent pas couvrir de fleurs les épines des Sciences ; je dois me borner à tâcher de bien concevoir quelques Vérités & à les faire voir avec ordre & clarté. Ce seroit à vous de leur prêter des ornemens.

Ce nom de Nouvelle Philosophie ne seroit que le titre d'un Roman nouveau, s'il n'annonçoit que les conjectures d'un Moderne, opposées aux fantaisies des Anciens. Une Philosophie qui ne seroit établie que sur des explications hazardées, ne mériteroit pas en rigueur le moindre examen. Car il y a un nombre innombrable de manieres d'arriver à l'Erreur, il n'y a qu'une seule route vers la Vérité : il y a donc l'infini contre un à parier, qu'un Philosophe qui ne s'appuiera que sur des Hypothèses ne dira que des chiméres. Voilà pourquoi tous les An-

Anciens qui ont raiſonné ſur la Phyſique ſans avoir le flambeau de l'expérience, n'ont été que des aveugles, qui expliquoient la nature des couleurs à d'autres aveugles.

Cet Ecrit ne ſera point un cours de Phyſique complet. S'il étoit tel, il ſeroit immenſe; une ſeule partie de la Phyſique occupe la vie de pluſieurs hommes, & les laiſſe ſouvent mourir dans l'incertitude.

Vous-vous bornez dans cette étude, dont je rends compte, à vous faire ſeulement une idée nette de ces Reſſorts ſi déliez & ſi puiſſants, de ces Loix primitives de la Nature, que Neuton a découvertes; à examiner juſqu'où l'on a été avant lui, d'où il eſt parti, & où il s'eſt arrêté. Nous commencerons, comme lui, par la lumiere: c'eſt de tous les corps qui ſe font ſentir à nous le plus délié, le plus approchant de l'infini en petit, c'eſt pourtant celui que nous connoiſſons davantage. On l'a ſuivi dans ſes mouvemens, dans ſes effets; on eſt parvenu à l'anatomiſer, à le ſéparer en toutes ſes parties poſſibles. C'eſt celui de tous les corps dont la nature intime eſt le plus dé-

veloppée. C'eſt celui qui nous approche de plus près des premiers Reſſorts de la Nature.

On tâchera de mettre ces *Elémens*, à la portée de ceux qui ne connaiſſent de Neuton & de la Philoſophie que le nom ſeul. La Science de la Nature eſt un bien qui appartient à tous les hommes. Tous voudroient avoir connaiſſance de leur bien; peu ont le tems ou la patience de le calculer; Neuton a compté pour eux. Il faudra ici ſe contenter quelquefois de la ſomme de ces calculs. Tous les jours un homme public, un Miniſtre, ſe forme une idée juſte du réſultat des opérations que lui-même n'a pu faire; d'autres yeux ont vu pour lui, d'autres mains ont travaillé, & le mettent en état par un compte fidèle de porter ſon jugement. Tout homme d'eſprit ſera à peu près dans le cas de ce Miniſtre.

La Philoſophie de Neuton a ſemblé juſqu'à préſent à beaucoup de perſonnes auſſi inintelligible que celle des Anciens: mais l'obſcurité des Grecs venoit de ce qu'en effet ils n'avoient point de lumiere; & les té-

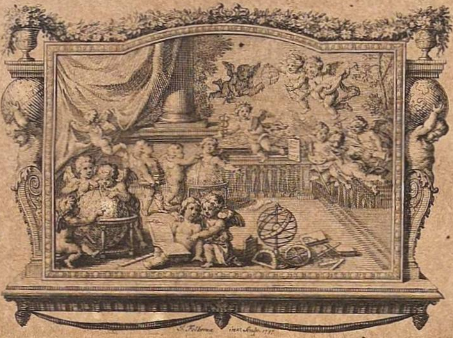
nè-

nèbres de Neuton viennent de ce que ſa lumiere étoit trop loin de nos yeux. Il a trouvé des vérités : mais ils les a cherchées & placées dans un abîme, il faut y deſcendre & les apporter au grand jour.

On trouvera ici toutes celles qui conduiſent à établir la nouvelle proprieté de la matiere découverte par Neuton. On ſera obligé de parler de quelques ſingularités, qui ſe ſont trouvées ſur la route dans cette carriere ; mais on ne s'écartera point du but.

Ceux qui voudront s'inſtruire davantage, liront les excellentes Phyſiques des Graveſandes, des Keils, des Muſchenbroeks, des Pembertons & s'approcheront de Neuton par degrez.

CHA-



CHAPITRE PREMIER.

Ce que c'eſt que la Lumiere & comment elle vient à nous.

Définition ſinguliére par les Péripatéticiens.

LES GRECS & enſuite tous les Peuples Barbares, qui ont appris d'eux à raiſonner & à ſe tromper, ont dit de Siècle en Siècle: „ La Lumiere eſt un accident, „ & cet accident eſt l'acte du tranſparent „ entant que tranſparent, les couleurs ſont ce „ qui meut les corps tranſparens. Les corps „ lumineux & colorez ont des qualités ſem-

„ bla-

„ blables à celles qu'ils excitent en nous
„ par la grande raiſon que rien ne donne
„ ce qu'il n'a pas. Enfin, la lumiere & les
„ couleurs ſont un mélange du chaud, du
„ froid, du ſec, & de l'humide; car l'humi-
„ de, le ſec, le froid, & le chaud, étant
„ les Principes de tout, il faut bien que les
„ couleurs en ſoient un composé ".

C'eſt cet abſurde galimatias que des Maîtres d'ignorance, payez par le Public, ont fait reſpecter à la crédulité humaine pendant tant d'années : c'eſt ainſi qu'on a raiſonné preſque ſur-tout, juſqu'aux tems des Galilées & des Deſcartes. Long-tems même après eux ce Jargon, qui deshonore l'Entendement humain, a ſubſiſté dans pluſieurs Ecoles. J'oſe dire que la Raiſon de l'homme, ainſi obſcurcie, eſt bien au-deſſous de ces connaiſſances ſi bornées, mais ſi ſûres, que nous appellons Inſtinct dans les Brutes. Ainſi nous ne pouvons trop nous féliciter d'être nez dans un tems & chez un Peuple, où l'on commence à ouvrir les yeux, & à jouïr du plus bel appanage de l'Humanité, l'uſage de la Raiſon.

Tous

Tous les prétendus Philoſophes ayant donc deviné au hazard, à travers le voile qui couvroit la Nature, Deſcartes eſt venu qui a découvert un coin de ce grand voile. Il a dit: la Lumiere eſt une matiere fine & déliée, qui eſt répandue par-tout, & qui frappe nos yeux. Les couleurs ſont les ſenſations que Dieu excite en nous, ſelon les divers mouvemens qui portent cette Matiere à nos organes. Juſques-là Deſcartes a eu raiſon, il falloit, ou qu'il s'en tint là, ou qu'en allant plus loin, l'expérience fût ſon guide. Mais il étoit poſſédé de l'envie d'établir un Syſtême. Cette paſſion fit dans ce grand Homme ce que font les paſſions dans tous les hommes; elles les entraînent au-delà de leurs Principes.

L'Eſprit Syſtématique a égaré Deſcartes.

Il avoit poſé pour premier fondement de ſa Philoſophie, qu'il ne falloit rien croire ſans évidence; & cependant au mépris de ſa propre Règle, il imagine trois Elémens formez des cubes prétendus qu'il ſuppoſe avoir été faits par le Créateur, & s'être briſez en tournant ſur eux-mêmes, lorſqu'ils ſortirent des mains de Dieu. Ces trois Elémens imaginaires ſont, comme on ſait:

1°. La

1°. La partie la plus épaisse de ces cubes, & c'est cet Elément grossier dont se formerent selon lui les corps solides des Planetes, les Mers, l'Air même. Son Systême.

2°. La poussiere impalpable que le brisement de ces dés avoit produite, & qui remplit à l'infini les interstices de l'Univers infini dans lequel il ne suppose aucun vuide.

3°. Les milieux de ces prétendus dés brisés, attenués également de tous côtés, & enfin arondis en boules, dont il lui plaît de faire la lumiere, & qu'il répand gratuitement dans l'Univers.

Plus ce Systême étoit ingénieusement imaginé, plus vous sentez qu'il étoit indigne d'un Philosophe. Car, puisque rien de tout cela n'est prouvé, autant valloit adopter le froid & le chaud, le sec & l'humide. Erreur pour erreur qu'importe laquelle domine ! Ne perdons point de tems à combattre cette création des cubes & des trois Elémens, ou plutôt ce Chaos. Contentons-nous de voir ici seulement les erreurs Philosophiques dans lesquelles l'esprit Systématique a entraîné le génie sublime de Descartes ; & ne réfutons sur-tout que ces sortes d'erreurs qui, Faux.

B ayant

ayant l'air de la vérité, sembloient respectables, & méritoient d'être relevées.

Selon Descartes la lumiere ne vient point à nos yeux du Soleil, mais c'est une matiere globuleuse répandue par-tout, que le Soleil pousse, & qui presse nos yeux comme un bâton poussé par un bout presse à l'instant à l'autre bout. Cela paroissoit plausible, mais cela n'en est pas moins faux : cependant Descartes étoit tellement persuadé de ce Systême que dans sa dix-septième Lettre du troisième Tome, il dit & répete positivement : *J'avoue que je ne sai rien en Philosophie si la lumiere du Soleil n'est pas transmise à nos yeux en un instant.* En effet, il faut avouer que, tout grand génie qu'il étoit, il savoit encore peu de chose en vraye Philosophie ; il lui manquoit l'expérience du Siècle qui l'a suivi. Ce Siècle est autant supérieur à Descartes, que Descartes l'étoit à l'Antiquité.

Du mouvement progressif de la lumiere.

1o. Si la lumiere étoit toujours répandue, toujours existante dans l'air, nous verrions clair la nuit comme le jour, puisque le Soleil sous l'Hemisphére pousseroit toujours les globules en tout sens, & que l'impression en viendroit également à nos yeux.

2o. Il

2°. Il eſt démontré que la lumiere émane du Soleil, & on ſait que c'eſt à peu près en ſept ou huit minutes de tems qu'elle fait ce chemin immenſe, qu'un boulet de Canon conſervant ſa vîteſſe ne feroit pas en vingt-cinq années.

Erreur du Spectacle de la Nature.

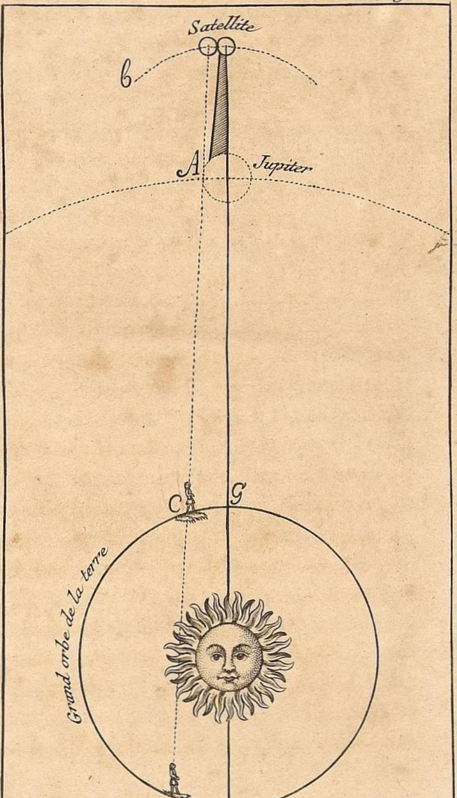
L'Auteur du Spectacle de la Nature, Ouvrage très-eſtimable, eſt tombé ici dans une petite mépriſe qu'il corrigera ſans doute à la premiere Edition de ſon Livre. Il dit que la lumiere vient en *ſept minutes des Etoiles, ſelon Neuton*; il a pris les Etoiles pour le Soleil. La lumiere émane des Etoiles les plus prochaines en ſix mois, ſelon un certain calcul fondé ſur des expériences très-délicates & très-fautives. Ce n'eſt point Neuton, c'eſt Hugens & Hartſoeker, qui ont fait cette ſuppoſition. Il dit encore, pour prouver que Dieu créa la lumiere avant le Soleil, *que la lumiere eſt répandue par toute la Nature, & qu'elle ſe fait ſentir, quand les Aſtres lumineux la pouſſent*; mais il eſt démontré qu'elle arrive des Etoiles fixes en un tems très-long. Or, ſi elle fait ce chemin, elle n'étoit donc point répandue auparavant. Il eſt bon de ſe précautionner contre ces

erreurs, que l'on répète tous les jours dans beaucoup de Livres qui ſont l'écho les uns des autres.

Voici en peu de mots la ſubſtance de la Démonſtration ſenſible de Romer, que la lumiere employe ſept à huit minutes dans ſon chemin du Soleil à la Terre.

Démonſtration du mouvement de la lumiere.

On obſerve de la Terre en C. ce Satellite de Jupiter, qui s'éclipſe réguliérement une fois en quarante-deux heures & demie. Si la Terre étoit immobile, l'Obſervateur en C. verroit en trente fois quarante-deux heures & demie, trente émerſions de ce Satellite, mais au bout de ce tems, la Terre ſe trouve en D. alors l'Obſervateur ne voit plus cette émerſion préciſément au bout de trente fois quarante-deux heures & demie, mais il faut ajouter le tems que la lumiere met à ſe mouvoir de C. en D. & ce tems eſt ſenſiblement conſidérable. Mais cet eſpace C. D. eſt encore moins grand que l'eſpace G. H. car C. D. eſt corde du Cercle, & G. H. eſt le Diametre du Cercle. Ce Cercle eſt le grand Orbe que décrit la Terre, le Soleil eſt au milieu; la lumiere en venant du


Satellite
b
A
Jupiter
C
G
Grand orbe de la terre
D
S

du Satellite de Jupiter, traverſe C. D. en dix minutes, & G. H. en 15. ou 16. minutes. Le Soleil eſt entre G. & H. donc la lumiere vient du Soleil en 7 ou 8 minutes.

Mr. Broadley, en dernier lieu, a obſervé par des expériences réïtérées & ſûres, que pluſieurs Etoiles, vues en différens tems, paroiſſoient tantôt un peu plus vers le Nord, tantôt un peu plus vers le Sud; il a prouvé que cette différence ne pouvoit venir que du mouvement annuel de la Terre, & de la progreſſion de la lumiere. Il a obſervé que ſi ces Etoiles ont une parallaxe, cette parallaxe n'eſt que d'une ſeconde.

Or cela préſupoſé, voici le raiſonnement que je fais: Un Aſtre, qui n'a qu'une ſeconde de parallaxe annuelle, eſt quatre cens mille fois plus loin de nous que le Soleil; ſi la lumiere nous vient du Soleil en 8. minutes, comme le croit Mr. Broadley, elle nous viendra donc de ces Etoiles en 6. années & plus d'un mois. Mais ce n'eſt pas tout. Ces Etoiles ſont de la premiere grandeur, donc les Etoiles de la ſixième grandeur, étant ſix fois plus éloignées, ne

font parvenir leur lumiere à nous qu'en plus de 36. ans & demi.

3. Les rayons qu'on détourne par un Prisme, & qu'on force de prendre un nouveau chemin, démontrent que la lumiere se meut effectivement, & n'est pas un amas de globules simplement pressé.

4°. Si la lumiere étoit un amas de globules existans dans l'air & en tous lieux, un petit trou qu'on pratique dans une chambre obscure devroit l'illuminer toute entiére: car la lumiere, poussée alors en tout sens par ce petit trou, agiroit en tout sens, comme des boules d'yvoire rangées en rond, ou en quarré, s'écarteroient toutes, si une seule d'elles étoit fortement pressée; mais il arrive tout le contraire. La lumiere reçue par un petit orifice, lequel ne laisse passer que peu de rayons, éclaire à peine un demi-pied de l'endroit qu'elle frappe.

5°. La lumiere entre toujours par un trou en ligne droite, en quelque sens que l'on puisse imaginer, mais si des globules étoient simplement pressés, il seroit impossible que cette pression se fît en ligne droite. Il est donc démontré que Descartes s'est trompé & sur la nature de

la

la lumiere & ſur la maniere dont elle nous eſt tranſmiſe.

Le Pere Mallebranche, génie plus ſubtil que vrai, qui conſulta toujours ſes méditations, mais non toujours la Nature, adopta ſans preuve les trois Elémens de Deſcartes; mais il changea beaucoup de choſes à ce Château enchanté. Il imagina ſans autre preuve une autre explication de la lumiere. Erreur du Pere Mallebranche.

Des vibrations du Corps lumineux impriment, ſelon lui, des ſecouſſes à de petits tourbillons mous, capables de compreſſion, & tout composés de matiere ſubtile. Mais ſi on avoit demandé à Mallebranche comment ces petits tourbillons mous auroient tranſmis à nos yeux la lumiere, comment l'action du Soleil pourroit paſſer en un inſtant à travers tant de petits corps comprimés les uns par les autres, & dont un très-petit nombre ſuffiroit pour amortir cette action, comment enfin ſes tourbillons mous, ne ſe ſeroient point mêlez en tournant les uns ſur les autres, qu'auroit répondu le Pere Mallebranche? Sur quel fondement poſoit-il cet édifice imaginaire? Faut-il que

des hommes qui ne parloient que de *vérité* n'ayent écrit que des Romans!

Définition de la lumiere.

Qu'eſt-ce donc enfin que la lumiere? C'eſt *le feu lui-même*, lequel brûle à une petite diſtance, lorſque ſes parties ſont moins tenuës, ou plus rapides, ou plus réunies; & qui éclaire doucement nos yeux, quand il agit de plus loin, quand ſes particules ſont plus fines, & moins rapides, & moins réunies.

Ainſi une bougie allumée brûleroit l'œil qui ne ſeroit qu'à quelques lignes d'elle, & éclaire l'œil qui en eſt à quelques pouces. Ainſi les rayons du Soleil, épars dans l'eſpace de l'air, illuminent les objets, & réunis dans un verre ardent fondent le plomb & l'or.

Ce feu eſt dardé en tout ſens du point rayonnant: c'eſt ce qui fait qu'il eſt apperçu de tous les côtez; il faut donc toujours le conſidérer comme des lignes partant d'un centre à la circonférence. Ainſi tout faiſceau, tout amas, tout trait de rayons, venant du Soleil ou d'un feu quelconque, doit être conſidéré comme un cone, dont la baſe eſt ſur notre prunelle, & dont la pointe eſt dans le feu qui le darde. Cette

Cette matiere de feu s'élance du Soleil jusqu'à nous & jusqu'à Saturne, &c. avec une rapidité qui épouvante l'imagination.

Le calcul apprend que, si le Soleil est à vingt-quatre mille demi-diametres de la Terre, il s'ensuit que la lumiere parcourt de cet Astre à nous, (en nombres ronds) mille millions de pieds par seconde. Or un boulet d'une livre de bale, poussé par une demi-livre de poudre, ne fait en une seconde que 600. pieds; ainsi donc la rapidité d'un rayon du Soleil est, en nombres ronds, seize cens soixante & six mille six cens fois plus forte que celle d'un boulet de Canon.

Je n'entrerai point ici dans la fameuse dispute des forces vives; je renvoye sur cela le Lecteur au Mémoire plein de sagesse & de profondeur qu'a donné Mr. de Mairan.

Voyez Mémoires de l'Académie 1728.

J'espére que ce Philosophe & ceux qui sont le plus opposés aux forces vives, permettront qu'on avance en toute rigueur cette Proposition suivante:

L'effet que produit la force d'un corps dans un mouvement, du moins uniformement accéléré, eſt le produit de ſa maſſe par le quarré de ſa vîteſſe; c'eſt-à-dire qu'un corps, s'il a dix degrez de vîteſſe, fera, toutes choſes égales, cent fois autant d'impreſſion, que s'il n'avoit qu'un degré de vîteſſe.

Si donc une ſeule particule de lumiere agit en raiſon du quarré de ſa vîteſſe, & ſi cette vîteſſe eſt environ ſeize cens mille par rapport à celle du boulet, ce quarré ſera 2560000000000; il ſera donc vrai que, ſi cet atome n'eſt que deux miliaſſes cinq cens ſoixante miliards moins gros qu'une livre, il fera encore le même effet qu'un boulet de Canon. Suppoſez cet atome mille miliards plus petit encore; un moment d'émanation de lumiere détruiroit tout ce qui vegète ſur la ſurface de la Terre. Concevez qu'elle doit être la petiteſſe d'une particule de lumiere, qui paſſe ſi librement à-travers d'un verre; & pour avoir quelque idée de l'infini, concevez ce que doit être une matiere un million de fois plus ſubtile encore, qui paſſe entre les pores de l'Or & de l'Aimant, & qui pé-

Extrême petiteſſe du corps de la lumiere.

pénétre les Rochers & les entrailles de la Terre.

Le Soleil qui nous darde cette matiere lumineuſe en ſept ou huit minutes, & les Etoiles, ces autres Soleils, qui nous l'envoyent en pluſieurs années, en fourniſſent éternellement, ſans paraître s'épuiſer, à peu près comme le Muſc élance ſans ceſſe autour de lui des corps odoriférants, ſans rien perdre ſenſiblement de ſon poids.

Enfin, la rapidité avec laquelle le Soleil darde ſes rayons eſt en proportion avec ſa groſſeur, qui ſurpaſſe environ un million de fois celle de la Terre, & avec la vîteſſe dont ce Corps de feu immenſe roule ſur lui-même en vingt-cinq jours & demi.

La force, l'illumination, l'intenſité, la denſité de toute lumiere, eſt calculée. Il ſe trouve par un calcul ſingulier que cette force eſt précisément en même raiſon, que la force avec laquelle les corps tombent, & avec laquelle Mr. Neuton fait voir que tous les Globes céleſtes s'attirent. Cette proportion eſt ce qu'on appelle la raiſon inverſe

verſe du quarré des diſtances. Il faut ſe familiariſer avec cette expreſſion. Elle ſignifie une choſe ſimple & intelligible : c'eſt qu'un corps qui ſera expoſé à quatre pieds d'un feu quelconque, ſera ſeize fois moins éclairé & moins échauffé, recevra ſeize fois moins de rayons que le corps qui ſera à un pied ; ſeize eſt le quarré de quatre. Or quatre eſt la diſtance où eſt le corps moins éclairé, donc la lumiere envoye à ce corps diſtant de quatre pieds, non pas quatre fois moins de rayons, mais ſeize fois moins de rayons. Voilà ce qu'on appelle la raiſon inverſe du quarré des diſtances, ce qu'il faut bien entendre ; car cette proportion ſera un des fondemens de la Nouvelle Philoſophie que nous tâchons de rendre familiere.

Proportion dans laquelle toute lumiere agit.

Nous pouvons en paſſant conclure de la célérité avec laquelle la ſubſtance du Soleil s'échappe ainſi vers nous en ligne droite, combien le plein de Deſcartes eſt chimérique. Car 1°. comment une ligne droite pourroit-elle parvenir à nous, à travers tant de millions de couches de matiere mues en ligne courbe, & à travers tant de mouvemens divers ? 2°. Comment un corps

Progreſſion de la lumiere. Preuve de l'impoſſibilité du plein.

ſi

ſi délié pourroit-il en ſept ou huit minutes parcourir l'eſpace de trente millions de nos lieues, qui eſt entre le Soleil & nous, s'il avoit à pénétrer dans cet eſpace une matiére réſiſtante? Il faudroit que chaque rayon dérangeât en un moment trente millions de lieues de matiére ſubtile. Remarquez encore que cette prétendue matiére ſubtile réſiſteroit dans le plein abſolu, autant que la matiére la plus compacte. Car une livre de poudre d'or, preſſée dans une boëte, réſiſte autant qu'un morceau d'or peſant une livre. Ainſi un rayon du Soleil auroit bien plus d'effort à faire, que s'il avoit à percer un cone d'or, dont l'axe ſeroit trente millions de lieues.

Il y a plus. L'expérience, ce vrai Maître de Philoſophie, nous apprend que la lumiere en venant d'un Elément dans un autre Elément, d'un milieu dans un autre milieu, n'y paſſe pas toute entiere, comme nous le dirons: une grande partie eſt réflechie, l'air en fait rejaillir plus qu'il n'en transmet; ainſi il ſeroit impoſſible qu'il nous vint aucune lumiere des Etoiles, elle ſeroit toute abſorbée, toute répercutée, avant qu'un

qu'un ſeul rayon pût ſeulement venir à moitié de notre atmoſphére. Mais dans les Chapitres, où nous expliquerons les principes de la gravitation, nous verrons une foule d'arguments, qui prouvent que ce plein prétendu étoit un Roman.

Arrêtons-nous ici un moment pour voir combien la Vérité s'établit lentement chez les hommes.

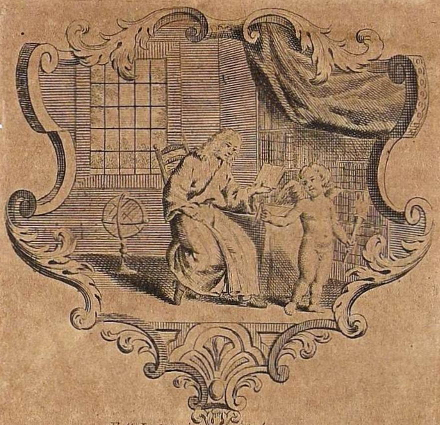
Il y a près de cinquante ans que Romer avoit démontré par les obſervations ſur les Eclipſes des Satellites de Jupiter, que la lumiere émane du Soleil à la Terre en ſept minutes & demie ou environ, cependant non-ſeulement on ſoutient encore le contraire dans pluſieurs Livres de Phyſique; mais voici comme on parle dans un Recueil en trois Volumes, tiré des obſervations de toutes les Académies de l'Europe, imprimé en 1730. *page* 35. *Volume*. 1.

„ Quelques-uns ont prétendu que d'un
„ Corps lumineux, comme le Soleil, il ſe fait
„ un écoulement continuel d'une infinité de

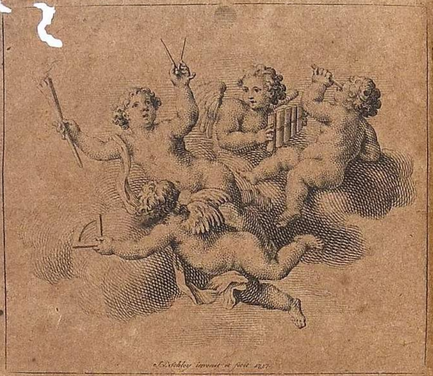
„ pe-

„ petites parties insensibles, qui portent
„ la lumiere jusqu'à nos yeux; mais cette
„ opinion, qui se ressent encore un peu de la
„ vieille Philosophie, n'est pas soutenable".

Cette opinion est pourtant démontrée de plus d'une façon : & loin de ressentir la vieille Philosophie, elle y est directement contraire ; car quoi de plus contraire à des mots vuides de sens, que des mesures, des calculs, & des expériences ?



CHA-



CHAPITRE DEUX.

La proprieté que la lumiere a de se réflechir n'étoit pas véritablement connue. Elle n'est point réflechie par les parties solides des corps, comme on le croioit.

AYANT su ce que c'est que la lumiere, d'où elle nous vient, comment & en quel tems elle arrive à nous; voyons ses proprietés, & ses effets ignorés jusqu'à nos jours. Le premier de ses effets est qu'elle semble rejaillir de la surface solide de tous les objets, pour en apporter dans nos yeux les images.

Tous

Tous les hommes, tous les Philoſophes, & les Deſcartes & les Mallebranches, & ceux qui ſe ſont éloignez le plus des penſées vulgaires, ont également cru qu'en effet ce ſont les ſurfaces ſolides des corps qui nous renvoyent les rayons. Plus une ſurface eſt unie & ſolide, plus elle fait, dit-on, rejaillir de lumiere; plus un corps a de pores larges & droits, plus il transmet de rayons à travers ſa ſubſtance. Ainſi le miroir poli dont le fond eſt couvert d'une ſurface de vif argent, nous renvoye tous les rayons; ainſi ce même miroir ſans vif argent ayant des pores droits & larges & en grand nombre, laiſſe paſſer une grande partie des rayons. Plus un corps a de pores larges & droits, plus il eſt diaphane: tel eſt, diſoit-on, le diamant, telle eſt l'eau elle-même; voilà les idées généralement reçues, & que perſonne ne révoquoit en doute.

Cependant toutes ces idées ſont entiérement fauſſes, tant ce qui eſt vraiſemblable, eſt ſouvent ce qui eſt le plus éloigné de la vérité. Les Philoſophes ſe ſont jettez en cela dans l'erreur, de la même maniere que

le Vulgaire y eſt tout porté, quand il penſe que le Soleil n'eſt pas plus grand qu'il le paroît aux yeux. Voici en quoi conſiſtoit cette erreur des Philoſophes.

Il n'y a aucun corps dont nous puiſſions unir véritablement la ſurface. Cependant beaucoup de ſurfaces nous paraiſſent unies & d'un poli parfait. Pourquoi voyons nous uni & égal ce qui ne l'eſt pas? La ſuperficie la plus égale, n'eſt par rapport aux petits corps qui compoſent la lumiere, qu'un amas de montagnes, de cavitez & d'intervales, de même que la pointe de l'éguille la plus fine eſt hériſſée en effet d'éminences & d'aſpérités que le Microſcope découvre.

Aucun corps uni.

Tous les faiſceaux des rayons de lumiere qui tomberoient ſur ces inégalités, ſe réflechiroient ſelon qu'ils y ſeroient tombez; donc étant inégalement tombez ils ne ſe réflechiroient jamais réguliérement, donc on ne pourroit jamais ſe voir dans une glace.

La lumiere qui nous apporte notre image de deſſus un miroir, ne vient donc point

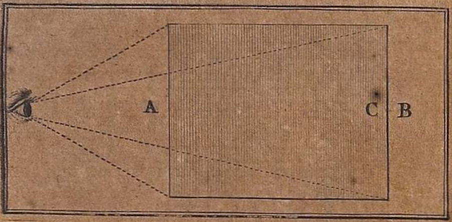
cor-

certainement des parties ſolides de la ſuperficie de ce miroir; elle ne vient point non plus des parties ſolides de mercure & d'étain étendues derriere cette glace. Ces parties ne ſont pas plus planes, pas plus unies, que la glace même. Les parties ſolides de l'étain & du mercure ſont incomparablement plus grandes, plus larges, que les parties ſolides conſtituantes de la lumiere; donc ſi les petites particules de lumiere tombent ſur ces groſſes parties de mercure, elle s'éparpilleront de tous côtés comme des grains de plomb tombant ſur des platras. Quel pouvoir inconnu fait donc rejaillir vers nous la lumiere réguliérement? Il paroît déja que ce ne ſont pas les corps qui nous la renvoyent ainſi. Ce qui ſembloit le plus connu le plus inconteſtable chez les hommes, devient un myſtère plus grand que ne l'étoit autrefois la peſanteur de l'air. Examinons ce Problême de la Nature, notre étonnement redoublera. On ne peut s'inſtruire ici qu'avec ſurpriſe.

Lumiere non réflechie par les parties ſolides.

Prenez un morceau, un cube de criſtal, par exemple; voici tout ce qui arrive aux

rayons du Soleil qui tombent ſur ce corps ſolide & tranſparent.



1°. Une petite partie des rayons rebondiſſent à vos yeux de ſa premiere ſurface A. ſans toucher même à cette ſurface, comme il ſera plus amplement prouvé.

2°. Une partie des rayons eſt reçue dans la ſubſtance de ce corps, elle s'y joue, s'y perd & s'y éteint.

3°. Une troiſième partie parvient à l'intérieur C. de la ſurface B. & d'auprès de cette ſurface B. elle retourne en A. & quelques rayons en viennent à vos yeux.

4°. Une quatrième partie paſſe dans l'air.

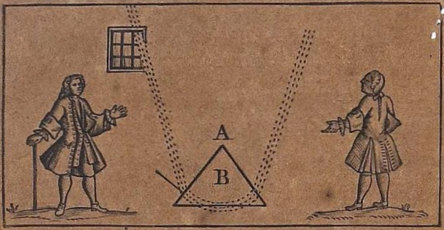
5°. Une cinquième partie qui eſt la plus conſidérable revient d'au-delà de la ſurface ultérieure B. dans le criſtal, y repaſſe, & vient ſe réflechir à vos yeux. N'examinons

ici

ici que ces derniers rayons qui, s'échappant de la ſurface ultérieure B. & ayant trouvé l'air, rejailliſſent de deſſus cet air vers nous en rentrant à travers le criſtal. Certainement ils n'ont pas rencontré dans cet air des parties ſolides ſur leſquelles ils ayent rebondi, car ſi au lieu d'air ils rencontrent de l'eau à cette ſurface B. peu reviennent alors, ils entrent dans cette eau, ils la pénétrent en grand nombre. Or l'eau eſt environ huit cens fois plus peſante, plus ſolide, moins rare que l'air. Cependant ces rayons ne rejailliſſent point de deſſus cette eau, & rejailliſſent de deſſus cet air dans ce verre, donc ce n'eſt point des parties ſolides des corps que la lumiere eſt réflechie.

Voici une obſervation plus ſinguliere & plus déciſive : Expoſez dans une chambre obſcure ce criſtal A. B. aux rayons du Soleil de façon, que les traits de lumiere parvenus à ſa ſuperficie B. faſſent un angle de plus de 40. degrez avec la perpendicule.

Expériences décisives.



La plûpart de ces rayons alors ne pénétre plus dans l'air, ils rentrent tous dans ce cristal à l'instant même qu'ils en sortent, ils reviennent, comme vous voyez, mais cette courbure est insensible.

Certainement ce n'est pas la surface solide de l'air qui les a repoussés dans ce verre, plusieurs de ces rayons entroient dans l'air auparavant, quand ils tomboient moins obliquement; pourquoi donc à une obliquité de 40 degrez dix-neuf minutes, la plûpart de ces rayons n'y passe-t-elle plus? trouvent-ils à ce degré plus de résistance, plus de matiere dans cet air, qu'ils n'en trouvent dans ce cristal qu'ils avoient pénétré? trouvent-ils plus de parties solides, dans

dans l'air à quarante degrés & un tiers qu'à 40° l'air eſt à peu près deux mille quatre cens fois plus rare, moins peſant, moins ſolide, que le criſtal, donc ces rayons devoient paſſer dans l'air avec deux mille quatre cens fois plus de facilité, qu'ils n'ont pénétré l'épaiſſeur du criſtal. Cependant, malgré cette prodigieuſe apparence de facilité, ils ſont repouſſez; ils le ſont donc par une force qui eſt ici deux mille quatre cens fois plus puiſſante que l'air, ils ne ſont donc point repouſſez par l'air; les rayons encore une fois ne ſont donc point réflechis à nos yeux par les parties ſolides de la matiere. La lumiere rejaillit ſi peu deſſus les parties ſolides des corps, que c'eſt en effet du vuide qu'elle rejaillit.

Vous venez de voir que la lumiere tombant à un angle de 40. degrez 19. minutes ſur du criſtal, rejaillit preſque toute entiere de deſſus l'air quelle rencontre à la ſurface ultérieure de ce criſtal. Que la lumiere y tombe à un angle moindre d'une ſeule minute, il en paſſe encore moins hors de cette ſurface dans l'air. Qu'on ôte l'air, il ne paſſera plus de rayons du tout. C'eſt une choſe démontrée.

Or quand il y a de l'eau à cette ſurface, beaucoup de rayons entrent dans cette eau au lieu de rejaillir. Quand il n'y a que de l'air, bien moins de rayons entrent dans cet air. Quand il n'y a plus d'air, aucun rayon ne paſſe; donc c'eſt du vuide en effet que la lumiere rejaillit.

Voilà donc des preuves indubitables que ce n'eſt point une ſuperficie ſolide qui nous renvoye la lumiere : il y a bien d'autres preuves encore de cette nouvelle vérité; en voici une que nous expliquerons à ſa place. Tout corps opaque réduit en lame mince, laiſſe paſſer à travers ſa ſubſtance des rayons d'une certaine eſpèce, & réflechit les autres rayons: or, ſi la lumiere étoit renvoyée par les corps, tous les rayons qui tomberoient ſur ces lames, ſeroient réflechis ſur ces lames. Enfin nous verrons que jamais ſi étonnant paradoxe n'a été prouvé en plus de manieres. Commençons donc par nous familiariſer avec ces Vérités.

1°. Cette lumiere qu'on croit réflechie par la ſurface ſolide des corps, rejaillit en effet

ſans

sans avoir touché à cette surface.

2°. La lumiere n'est point renvoyée de derriere un miroir par la surface solide du vif argent; mais elle est renvoyée du sein des pores du miroir, & des pores du vif argent même.

3°. Il ne faut point, comme on l'a pensé jusques à présent, que les pores de ce vif argent soient très-petits pour réflechir la lumiere, au contraire il faut qu'ils soient larges.

Ce sera encore un nouveau sujet de surprise pour ceux qui n'ont pas étudié cette Philosophie, d'entendre dire que le secret de rendre un corps opaque, est souvent d'élargir ses pores, & que le moyen de le rendre transparent est de les étrecir. L'ordre de la Nature paraitra tout changé: ce qui sembloit devoir faire l'opacité, est précisément ce qui opérera la transparence; & ce qui paraissoit rendre les corps transparens, fera ce qui les rendra opaques. Cependant rien n'est si vrai, & l'expérience la plus grossiére le démontre.

Plus les pores sont petits plus la lumiere passe.

Un papier sec, dont les pores sont très-

larges, eſt opaque, nul rayon de lumiere ne le traverſe : étreciſſez ſes pores en l'imbibant, ou d'eau ou d'huile, il devient tranſparent ; la même choſe arrive au linge, au ſel, &c.

Il y a donc des principes ignorés qui opérent ces merveilles, des cauſes qui font rejaillir la lumiere, avant qu'elle ait touché une ſurface, qui la renvoyent des pores du corps tranſparent, qui la ramenent du milieu même du vuide ; nous ſommes invinciblement obligés d'admettre ces faits, quelle qu'en puiſſe être la cauſe.

Etudions donc les autres myſtères de la lumiere, & voyons ſi de ces effets ſurprenans, on remonte juſqu'à quelque Principe inconteſtable, qu'il faille admettre auſſi-bien que ces effets même.

CHAPITRE TROIS.

De la proprieté que la lumiere a de ſe briſer en paſſant d'une ſubſtance dans une autre, & de prendre un nouveau chemin.

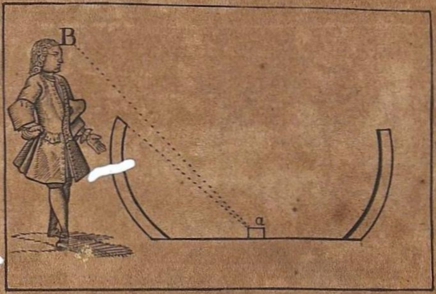
LA SECONDE proprieté des rayons de la lumiere qu'il faut bien examiner, eſt celle de ſe détourner de leur chemin en paſſant du Soleil dans l'air, de l'air dans le verre, du verre dans l'eau, &c. C'eſt cette nouvelle direction dans ces différens milieux, c'eſt ce briſement de la lumiere qu'on appelle

appelle réfraction, c'eſt par cette propriété qu'une rame plongée dans l'eau paraît courbée au Matelot qui la manie; c'eſt ce qui fait que dans une jatte nous appercevrons, en y jettant de l'eau, l'objet que nous n'appercevions pas auparavant en nous tenant à la même place.

Enfin c'eſt par le moyen de cette réfraction que nos yeux jouïſſent de la vûe. Les ſecrets admirables de la réfraction étoient ignorés de l'Antiquité, qui cependant l'avoit ſous les yeux, & dont on faiſoit uſage tous les jours, ſans qu'il ſoit reſté un ſeul Ecrit, qui puiſſe faire croire qu'on en eût deviné la raiſon. Ainſi encore aujourd'hui nous ignorons la cauſe des mouvemens même de notre corps, & des penſées de notre ame; mais cette ignorance eſt différente. Nous n'avons & nous n'aurons jamais d'Inſtrument aſſez fin pour voir les premiers reſſorts de nous-mêmes; mais l'induſtrie humaine s'eſt faite de nouveaux yeux, qui nous ont fait appercevoir ſur les effets de la lumiere, preſque tout ce qu'il eſt permis aux hommes d'en ſavoir.

Il faut ſe faire ici une idée nette d'une expérience très-commune. Une pièce d'or eſt dans ce baſſin : votre œil eſt placé au bord du baſſin à telle diſtance, que vous ne voyez point cette pièce :

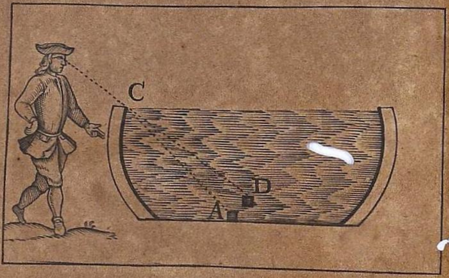
Comment la lumiere ſe briſe.



Qu'on y verſe de l'eau, vous ne l'appercevíez point d'abord où elle étoit : maintenant vous la voyez où elle n'eſt pas ; qu'eſt-il arrivé ?

L'objet A. réflechit un rayon qui vient frapper contre le bord du baſſin, & qui n'arrivera jamais à votre œil : il réflechit auſſi ce rayon A. B. qui paſſe par-deſſus votre

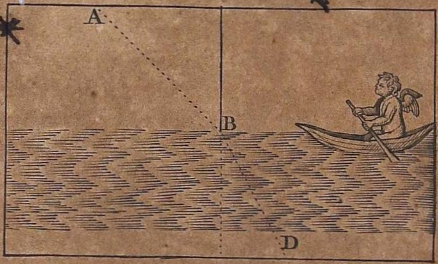
votre œil : or à préſent vous recevez ce rayon A. B. C. ce n'eſt point votre œil qui a changé de place, c'eſt donc le rayon A. B. il s'eſt manifeſtement detourné au bord de ce baſſin en paſſant de l'eau dans l'air, ainſi il frappe votre œil en C.



Mais vous voyez toujours les objets en ligne droite, donc vous voyez l'objet ſuivant la ligne droite C. D. donc vous voyez l'objet au point D. au-deſſus du lieu où il eſt en effet.

Si ce rayon ſe briſe en un ſens, quand il paſſe de l'eau dans l'air, il doit ſe briſer en un ſens contraire, quand il entre de l'air dans l'eau.

J'élève



J'élève ſur cette eau une perpendiculaire, le rayon A. qui partant du point lumineux ſe briſe au point B. & s'approche dans l'eau de cette perpendiculaire en ſuivant le chemin B. D. & ce même rayon D. B. en paſſant de l'eau dans l'air, ſe briſe en allant vers A., & en s'éloignant de cette même perpendiculaire; la lumiere ſe réfracte donc ſelon les milieux qu'elle traverſe. C'eſt ſur ce Principe que la Nature a diſpoſé les humeurs différentes qui ſont dans nos yeux, afin que les traits de lumiere, qui paſſent à travers ces humeurs, ſe briſent de façon qu'ils ſe réuniſſent après dans un point ſur notre *rétine*: c'eſt enfin ſur ce Principe que nous

nous fabriquons les Lunettes dont les verres éprouvent des réfractions encore plus grandes qu'il ne s'en fait dans nos yeux, & qui, apportant ainsi plus de rayons réunis, peuvent étendre, jusqu'à deux cens fois, la force de notre vûe; de même que l'invention des leviers a donné une nouvelle force à nos bras, qui sont des leviers naturels. Nous allions expliquer la raison que Neuton a trouvée de cette proprieté de la lumiere; mais vous voulez voir auparavant comment cette réfraction agit dans nos yeux, & comment le sens de la vûe, le plus étendu de tous nos Sens, doit son existence à la réfraction. Quelque connue que soit cette matiere, il est bon de fortifier par un nouvel examen les idées que vous en avez. Les personnes qui pourront lire ce petit Ouvrage, seront bien-aises de ne point chercher ailleurs ce qu'elles desireroient savoir touchant la vûe.

G. Kondet — sculp. 1737.

CHA-

J. v. Schley invenit et fecit 1737.

CHAPITRE QUATRE.

De la conformation de nos yeux, comment la lumiere entre & agit dans cet organe.

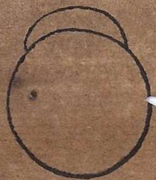
POur connaitre l'œil de l'homme en physicien qui ne considere que la vision, il faut d'abord savoir que la premiere enveloppe blanche, le rempart & l'ornement de l'œil, ne transmet aucun rayon. Plus ce blanc de l'œil est fort & uni, plus il réflechit de lumiere ; & lorsque quelque passion vive porte au visage de nouveaux esprits, qui viennent encore tendre & ébran-

Description de l'œil.

 ler

ler cette tunique, alors des étincelles semblent en sortir.

Au milieu de cette membrane s'éleve un peu la cornée, mince, dure & transparente, telle précisément que le verre de votre montre que vous placeriéz en cette façon sur une boule.

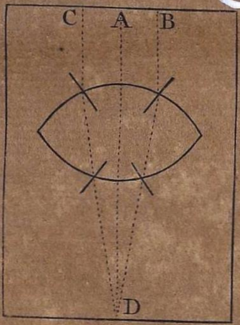


Sous cette *cornée*, est *l'iris*, autre membrane, qui, colorée par elle-même, répand ses couleurs sur cette *cornée* transparente qui la couvre; c'est cette *iris* tantôt brune, tantôt bleue, qui rend les yeux bleus ou noirs. Elle est percée dans son milieu, qui ainsi paroît toujours noir; & ce milieu est la prunelle de l'œil. C'est par cette ouverture que sont introduits les rayons de la lumiere: elle s'agrandit par un mouvement involontaire dans les endroits obscurs, pour recevoir plus de

de rayons ; elle ſe reſſerre enſuite, lorſqu'une grande clarté l'offenſe.

Les rayons admis par cette prunelle ont déja ſouffert une réfraction aſſez forte en paſſant à travers la *cornée* dont elle eſt couverte. Imaginez cette *cornée* comme le verre de votre montre, il eſt convexe en dehors, & concave en dedans : tous les rayons obliques ſe ſont briſés dans l'épaiſſeur de ce verre ; mais enſuite ſa concavité rétablit ce que ſa convéxité a briſé. La même choſe arrive dans notre *cornée*. Les rayons ainſi rompus & briſés, trouvent après avoir franchi la *cornée*, une humeur transparente dans laquelle ils paſſent. Cette eau eſt nommée l'humeur aqueuſe. Les Anatomiſtes ne s'accordent point encore entr'eux ſur la forme de ce petit réſervoir. Mais, quelle que ſoit ſa figure, la Nature ſemble avoir placé là cette humeur claire & limpide, pour opérer des réfractions, pour transmettre purement la lumiere, pour que le *criſtallin*, qui eſt derriere, puiſſe s'avancer ſans effort, & changer librement de figure, pour que l'humidité néceſſaire s'entretienne, &c.

Enfin, les rayons étant ſortis de cette eau trouvent une eſpèce de diamant liquide, taillé en lentille, & enchaſſé dans une membrane déliée & diaphane elle-même. Ce diamant eſt le *criſtallin*, c'eſt lui qui rompt tous les rayons obliques, c'eſt un principal organe de la réfraction & de la vûe; parfaitement ſemblable en cela à un Verre lenticulaire de Lunette. Soit ce criſtallin ou ce Verre lenticulaire.



Le rayon perpendiculaire A. le pénétre, ſans ſe détourner; mais les rayons obliques B. A.

B. & C. se détournent dans l'épaisseur du Verre en s'approchant des perpendiculaires, qu'on tireroit sur les endroits où ils tombent. Ensuite quand ils sortent du Verre pour passer dans l'air, ils se brisent encore en s'éloignant du perpendicule; ce nouveau brisement est précisément ce qui les fait converger en D. foyer du Verre lenticulaire.

Or la *rétine*, cette membrane legére, cette expansion du nerf optique, qui tapisse le fond de notre œil, est le foyer du cristallin. C'est à cette *rétine* que les rayons aboutissent; mais avant d'y parvenir, ils rencontrent encore un nouveau milieu qu'ils traversent; ce nouveau milieu est l'humeur vitrée, moins solide que le *cristallin*, moins fluide que l'humeur aqueuse.

C'est dans cette humeur vitrée que les rayons ont le tems de s'assembler, avant de venir faire leur derniere réunion sur les points du fond de notre œil. Figurez-vous donc sous cette lentille du *cristallin*, cette humeur vitrée sur laquelle le *cristallin* s'appuye; cette humeur tient le *cristallin* dans

ſa concavité, & eſt arondie vers la *rétine*.

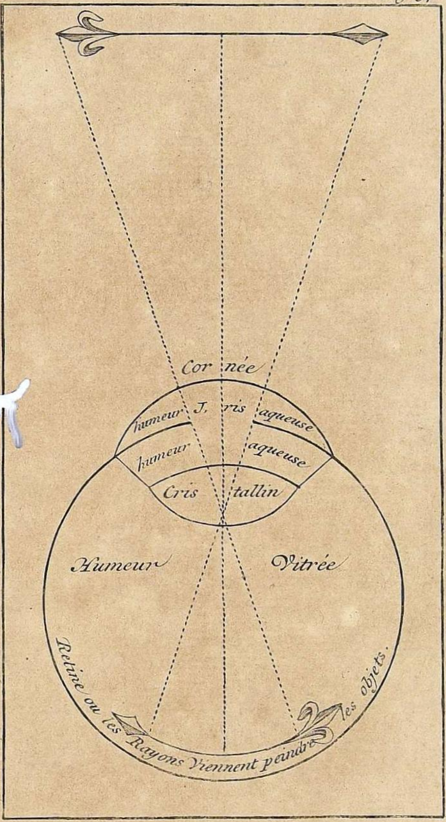
Les rayons en s'échapant de cette derniere humeur achevent donc de converger. Chaque faiſceau de rayons parti d'un point de l'objet vient fraper un point de notre *rétine*.

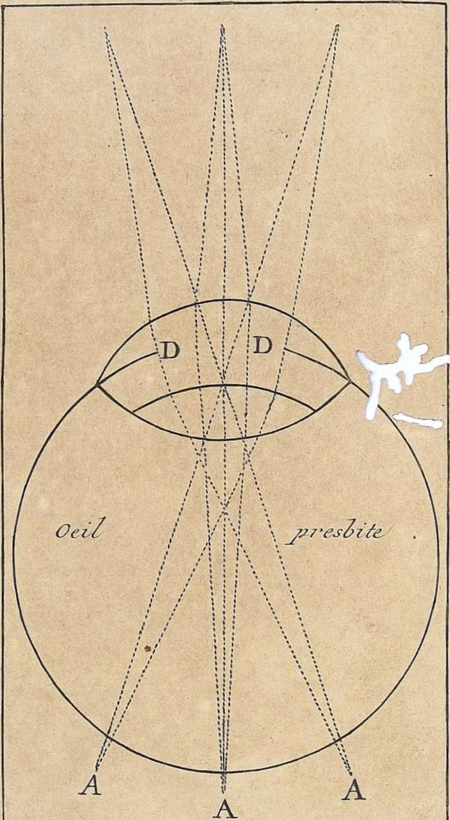
Une figure, où chaque partie de l'œil ſe voit ſous ſon propre nom, expliquera mieux tout cet artifice, que ne pourroient faire des lignes, des A. & des B. La ſtructure des yeux ainſi développée, on peut connaitre aiſément pourquoi on à ſi ſouvent beſoin du ſecours d'un Verre, & quel eſt l'uſage des Lunettes.

Oeil presbite.

Souvent un œil ſera trop plat, ſoit par la conformation de ſa *cornée*, ſoit par ſon criſtallin, que l'âge ou la maladie aura deſſeché; alors les réfractions ſeront plus faibles & en moindre quantité, les rayons ne ſe raſſembleront plus ſur la *rétine*. Conſidérez cet œil trop plat que l'on nomme œil de *presbite*.

Ne regardons, pour plus de facilité, que trois


Cor née
humeur J, ris aqueuse
humeur aqueuse
Cris tallin
Humeur Vitrée
Retine ou les Rayons Viennent peindre les objets.


D
D
Oeil
presbite.
A
A
A

trois faiſceaux, trois cones des rayons, qui de l'objet tombent ſur cet œil, ils ſe réuniront aux points A. A. A. par delà la *rétine*, il verra les objets confus.

La Nature a fourni un ſecours contre cet inconvénient, par la force qu'elle a donnée aux muſcles de l'œil d'allonger, ou d'aplatir l'œil, de l'approcher ou de le reculer de la *rétine*. Ainſi dans cet œil de Vieillard, ou dans cet œil malade, le *criſtallin* a la faculté de s'avancer un peu, & d'aller en D. D.: alors l'eſpace entre le *criſtallin* & le fond de la *rétine* deviennent plus grands, les rayons ont le tems de venir ſe réunir ſur la *rétine*, au lieu d'aller au-delà; mais lorſque cette force eſt perdue, l'induſtrie humaine y ſupplée, un verre lenticulaire eſt mis entre l'objet & l'œil affaibli. L'effet de ce verre eſt de rapprocher les rayons qu'il a reçus, l'œil les reçoit donc & plus raſſemblés & en plus grand nombre: ils viennent aboutir à un point de la *rétine* comme il le faut; alors la vûe eſt nette & diſtincte.

Regardez cet autre œil, qui a une mala-

die contraire, il eſt trop rond : les rayons ſe réuniſſent trop tôt, comme vous le voyez au point B. ils ſe croiſent trop vîte, ils ſe ſéparent en B. & vont faire une tache ſur la *rétine*. C'eſt-là ce qu'on appelle un œil *myope*. Cet inconvénient diminue à meſure que l'âge en amene d'autres, qui ſont la ſéchereſſe & la faibleſſe : elles aplatiſſent inſenſiblement cet œil trop rond ; & voilà pourquoi on dit que les vûes courtes durent plus long-tems. Ce n'eſt pas qu'en effet elles durent plus que les autres, mais c'eſt qu'à un certain âge, l'œil deſſeché s'aplatit : alors celui qui étoit obligé auparavant d'approcher ſon Livre à trois ou quatre pouces de ſon œil, peut lire quelquefois à un pied de diſtance : mais auſſi ſa vûe devient bien-tôt trouble & confuſe, il ne peut voir les objets éloignés ; telle eſt notre condition, qu'un défaut ne ſe répare preſque jamais que par un autre.

Oeil myope.

Or, tandis que cet œil eſt trop rond, il lui faut un Verre qui empêche les rayons de ſe réunir ſi vîte. Ce Verre fera le contraire du premier, au lieu d'être convexe des deux côtés, il ſera un peu concave des deux côtés,

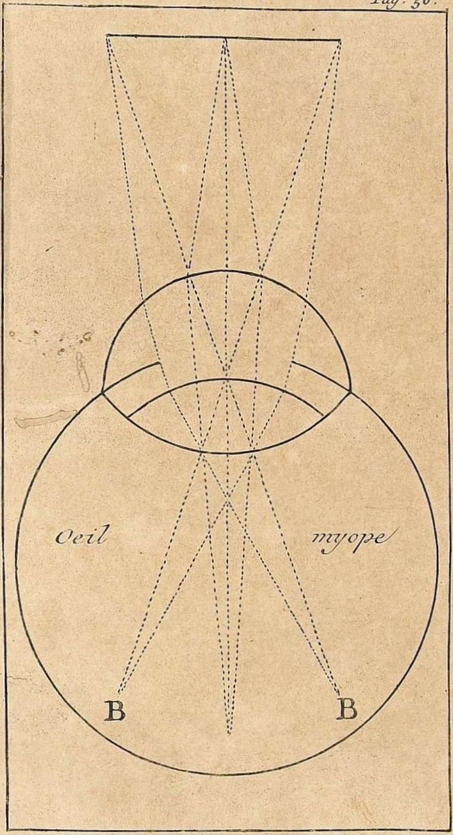
tés, & les rayons divergeront dans celui-ci, au lieu qu'ils convergeroient dans l'autre. Ils viendront par conſéquent ſe réunir plus loin, qu'ils ne faiſoient auparavant dans l'œil, & alors cet œil jouïra d'une vûe parfaite. On proportionne la convéxité & la concavité des Verres aux défauts de nos yeux: c'eſt ce qui fait que les mêmes Lunettes qui rendent la vûe nette à un Vieillard, ne ſeront d'aucun ſecours à un autre; car il n'y a ni deux maladies, ni deux hommes, ni deux choſes au monde égales.

L'Antiquité ne connaiſſoit point ces Lunettes. Cependant elle connaiſſoit les Miroirs ardents; une vérité découverte n'eſt pas toujours une raiſon pour qu'on découvre les autres véritez qui y tiennent. L'attraction de l'Aimant étoit connue, & ſa direction échapoit aux yeux. La démonſtration de la circulation du ſang étoit dans la ſaignée même que pratiquoient tous les Médecins Grecs, & cependant perſonne ne ſe doutoit que le ſang circulât.

Il y a grande apparence que c'eſt du tems

de Roger Bacon au XIII. Siècle que l'on trouva ces lunettes appellées beſicles, & les loupes qui donnent de nouveaux yeux aux Vieillards; car il eſt le premier qui en parle.

Vous venez de voir les effets que la réfraction fait dans vos yeux, ſoit que les rayons arrivent ſans ſecours intermédiaire, ſoit qu'ils ayent traverſé des criſtaux : vous concevez que ſans cette réfraction opérée dans nos yeux, & ſans cette réflexion des rayons de deſſus les ſurfaces des corps vers nous, les organes de la vûe nous [illegible] inutiles. Les moyens que la Nature emplo[illegible] pour faire cette réfraction, les loix qu'[illegible] le ſuit, ſont des myſtères que nous allons déveloper. Il faut auparavant achever ce que nous avons à dire touchant la vûe, il faut ſatisfaire à ces queſtions ſi naturelles : Pourquoi nous voyons les objets au-delà d'un Miroir, & non ſur le Miroir même? Pourquoi un Miroïr concave rend l'objet plus grand? Pourquoi le Miroir convexe rend l'objet plus petit? Pourquoi les Teleſcopes rapprochent & agrandiſſent les choſes? Par quel artifice la Nature nous fait con-


Oeil
myope
B
B

Iacob Folkema sculpsit

connaitre les grandeurs, les diſtances, les ſituations? Quelle eſt enfin la véritable raiſon, qui fait que nous voyons les objets tels qu'ils ſont, quoique dans nos yeux ils ſe peignent renverſez? Il n'y a rien là qui ne mérite la curioſité de tout Etre penſant; mais nous ne nous étendrions pas ſur ces ſujets que tant d'illuſtres Ecrivains ont traités, & nous renverrions à eux, ſi nous n'avions pas à faire connaitre quelques vérités aſſez nouvelles, & curieuſes pour un petit nombre de Lecteurs.

CHAPITRE CINQ.

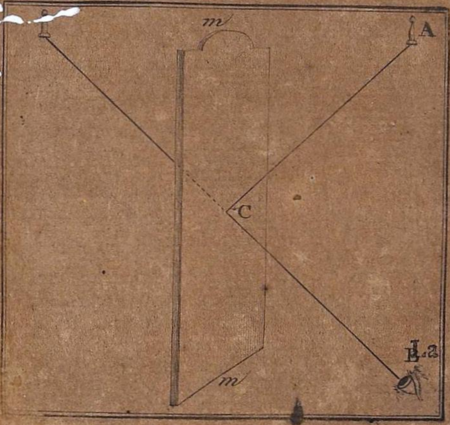
Des Miroirs, des Teleſcopes : des Raiſons que les Mathématiques donnent des myſtères de la viſion ; que ces raiſons ne ſont point du tout ſuffiſantes.

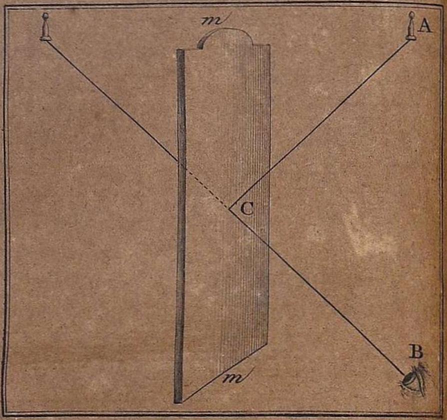
LES RAYONS qu'une Puiſſance, juſqu'à nos jours inconnue, fait rejaillir à vos yeux de deſſus la ſurface d'un Miroir, ſans toucher à cette ſurface, & des pores de ce Miroir, ſans toucher aux parties ſolides ; ces rayons, dis-je, retournent à vos yeux dans

dans le même ſens qu'ils ſont arrivés à ce Miroir. Si c'eſt votre viſage que vous regardez, les rayons partis de votre viſage parallèlement & en perpendiculaire ſur le Miroir, y retournent de même qu'une balle qui rebondit perpendiculairement ſur le plancher.

Miroir plan.

Si vous regardez dans ce Miroir M. un objet qui eſt à côté de vous comme A. il arrive aux rayons partis de cet objet la même choſe qu'à une balle, qui rebondiroit en B. où eſt votre œil. C'eſt ce qu'on appelle l'angle d'incidence égal à l'angle de réflexion.



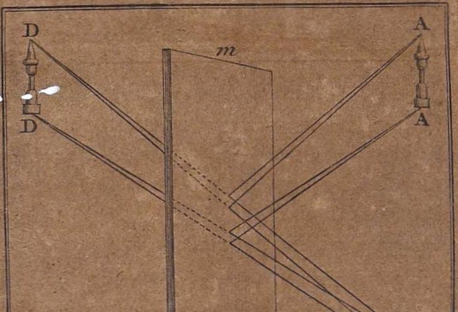


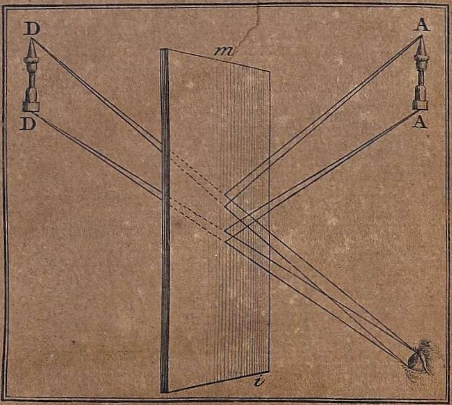
La ligne A. C. eſt la ligne d'incidence, la ligne C. B. eſt la ligne de réflexion. On ſait aſſez, & le ſeul énoncé le démontre, que ces lignes forment des angles égaux ſur la ſurface de la glace ; maintenant pourquoi ne vois-je l'objet ni en A. où il eſt, ni dans C. dont viennent à mes yeux les rayons, mais en D. derriere le Miroir même ?

La Géométrie vous dira : c'eſt que l'angle d'in-

d'incidence eſt égal à l'angle de réflexion : c'eſt que votre œil en B. rapporte l'objet en D. ; c'eſt que les objets ne peuvent agir ſur vous qu'en ligne droite, & que la ligne droite continuée dans votre œil B. juſques derriere le miroir en D. eſt auſſi longue que la ligne A C. & la ligne C B. priſes enſemble.

Enfin elle vous dira encore : vous ne voyez jamais les objets que du point où les rayons commencent à diverger. Soit ce Miroir M. I.





Les faisceaux de rayons qui partent de chaque point de l'objet A, commencent à diverger dès l'instant qu'ils partent de l'objet ; ils arrivent sur la surface du Miroir : là chacun de ces rayons tombe, s'écarte, & se réflechit vers l'œil. Cet œil les rapporte aux points D D. au bout des lignes droites, où ces mêmes rayons se rencontreroient ; mais en se rencontrant aux points D. D. ces rayons feroient la même chose qu'aux points A. A. ils commen-

Miroir plan.

ce-

ceroient à diverger ; donc vous voyez l'objet A. A. aux points D. D.

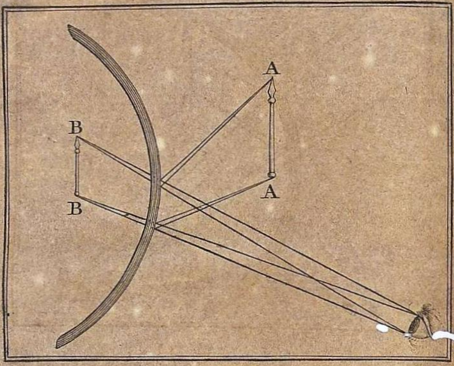
Ces angles & ces lignes servent, sans doute, à vous donner une intelligence de cet artifice de la Nature ; mais il s'en faut beaucoup qu'elles puissent vous apprendre la raison Physique efficiente, pourquoi votre ame rapporte sans hésiter l'objet au-delà du Miroir à la même distance qu'il est au deçà. Ces lignes vous représentent ce qui arrive, mais elles ne vous apprennent point pourquoi cela arrive.

Si vous voulez savoir comment un Miroir convexe diminue les objets, & comment un Miroir concave les augmente, ces lignes d'incidence & de réflexion vous en rendront la même raison.

Miroir convexe.

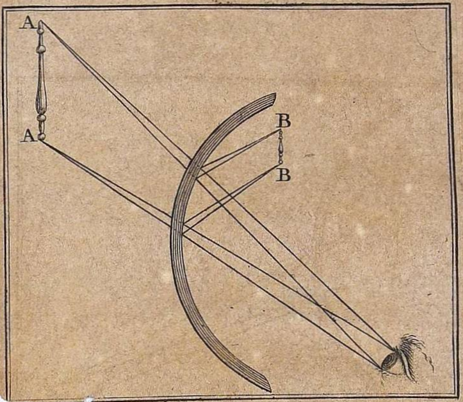
On vous dit : Ce cone de rayons qui diverge du point A. & qui tombe sur ce Miroir convexe, y fait des angles d'incidence égaux aux angles de réflexion, dont les lignes vont dans notre œil. Or ces angles sont plus petits que s'ils étoient tombés sur une surface plane, donc s'ils sont supposés

paſſer en B. ils y convergeront bien plutôt, donc l'objet qui ſeroit en *B. B.* ſeroit plus petit.



Or votre œil rapporte l'objet en B. B. aux points d'où les rayons commenceroient à diverger, donc l'objet doit vous paraître plus petit, comme il l'eſt en effet dans cette figure. Par la meme raiſon qu'il parait plus petit, il vous parait plus près, puiſqu'en effet les points où aboutiroient les rayons B. B. ſont plus près du Miroir que ne le ſont les rayons A. A.

Par



Par la raiſon des contraires, vous devez voir les objets plus grands & plus éloignés dans un Miroir concave, en plaçant l'objet aſſez près du Miroir.

Car les cones des rayons A. A. venant à diverger ſur le Miroir aux points où ces rayons tombent, s'ils ſe réflechiſſoient à travers ce Miroir, ils ne ſe réuniroient qu'en B. B. donc c'eſt en B. B. que vous les voyez.

voyez. Or B. B. eſt plus grand & plus éloigné du Miroir que n'eſt A. A. donc vous verrez l'objet plus grand, & plus loin.

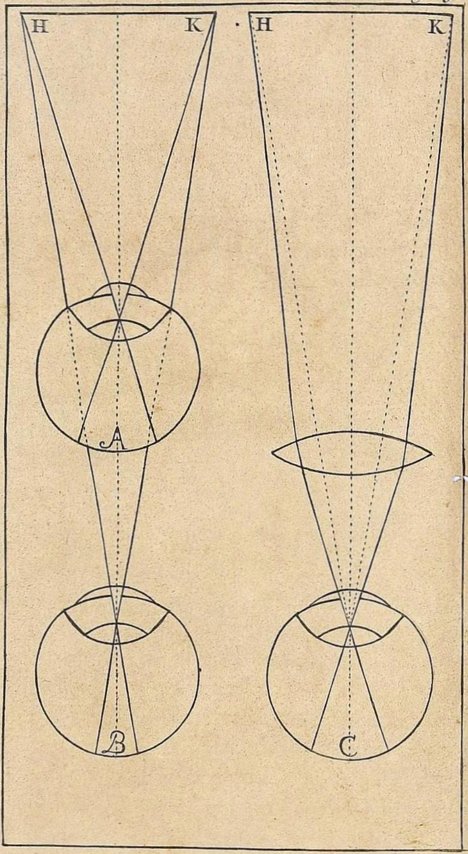
Voilà en général ce qui ſe paſſe dans les rayons réflechis à vos yeux, & ce ſeul Principe, que l'angle d'incidence eſt toujours égal à l'angle de réflexion, eſt le premier fondement de tous les myſtères de la Catoptrique.

MAINTENANT il s'agit de ſavoir, comment les lunettes augmentent ces grandeurs & raprochent ces diſtances. Enfin pourquoi les objets ſe peignant renverſés dans vos yeux, vous les voyez cependant comme ils ſont.

A l'égard des grandeurs & des diſtances, voici ce que les Mathématiques vous en apprendront. Plus un objet fera dans votre œil un grand angle, plus l'objet vous paraitra grand : rien n'eſt plus ſimple.

Explications géométriques de la viſion.

Cette ligne H. K. que vous voyez, à cent pas, trace un angle dans l'œil A. (figure premiere); à deux cens pas, elle trace un angle la moitié plus petit dans l'œil B. (figu-

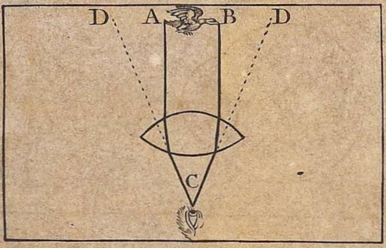

H
K
H
K
A
B
C

(figure ſeconde). Or l'angle qui ſe forme dans votre *rétine* & dont votre *rétine* eſt la baze, eſt comme l'angle dont l'objet eſt la baze. Ce ſont des angles oppoſez au ſommet: donc par les premieres notions des Elémens de la Géométrie ils ſont égaux; donc ſi l'angle formé dans l'œil A. eſt double de l'angle formé dans l'œil B., cet objet paraitra une fois plus grand à l'œil A. qu'à l'œil B.

Maintenant pour que l'œil étant en B. voye l'objet auſſi grand, que le voit l'œil en A., il faut faire en ſorte que cet œil B. reçoive un angle auſſi grand que celui de l'œil A. qui eſt une fois plus près. Les verres d'un téleſcope feront cet effet.

Ne mettons ici qu'un ſeul verre pour plus de facilité, & faiſons abſtraction des autres effets de pluſieurs verres. L'objet H. K. (troiſième figure) envoye ſes rayons à ce verre. Ils ſe réuniſſent à quelque diſtance du verre. Concevons un verre taillé de ſorte, que ces rayons ſe croiſent pour aller former dans l'œil en C. un angle auſſi grand que celui de l'œil en A. alors l'œil, nous dit-on, juge par cet angle. Il voit donc

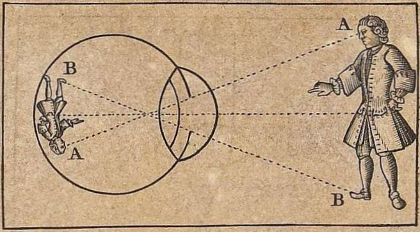
alors l'objet de la même grandeur, que le voit l'œil en A. Mais en A. il le voit à cent pas de diſtance: donc en C. recevant le même angle, il le verra encore à cent pas de diſtance. Tout l'effet des verres de lunettes multipliez, & des téleſcopes divers, & des microſcopes qui agrandiſſent les objets, conſiſte donc à faire voir les choſes ſous un plus grand angle. L'objet A. B. eſt vu par le moyen de ce verre ſous l'angle D, C, D. qui eſt bien plus grand que l'angle A, C, B.



Vous demandez encore aux règles d'optique, pourquoi vous voyez les objets dans leur

leur ſituation, quoiqu'ils ſe peignent renverſez ſur notre rétine?

Le rayon qui part de la tête de cet homme A., vient au point inférieur de votre rétine A. ſes pieds B. ſont vus par les rayons B. B. au point ſupérieur de votre rétine B. Ainſi cet homme eſt peint réellement la tête en bas & les pieds en haut au fond de vos yeux. Pourquoi donc ne voyez-vous pas cet homme renverſé, mais droit, & tel qu'il eſt?



Pour réſoudre cette queſtion, on ſe ſert de la comparaiſon de l'aveugle, qui tient dans ſes mains deux bâtons croiſez avec leſquels il devine très-bien la poſition des objets.

Car le point A., qui eſt à gauche, étant ſenti par la main droite à l'aide du bâton, il le juge auſſi-tôt à gauche; & le point B. que ſa main gauche a ſenti par l'entremiſe de l'autre bâton, il le juge à droite ſans ſe tromper.

Tous les Maîtres d'optique nous diſent donc, que la partie inférieure de l'œil rapporte tout d'un coup ſa ſenſation à la partie ſupérieure A. de l'objet, & que la partie ſupérieure de la rétine rapporte auſſi naturellement la ſenſation à la partie inférieure B.; ainſi on voit l'objet dans ſa ſituation véritable.

Quand

Nul rapport immédiat entre les règles d'optique & nos sensations.

Quand vous aurez connu parfaitement tous ces angles, & toutes ces lignes Mathématiques, par lesquelles on suit le chemin de la lumiere jusqu'au fond de l'œil, ne croyez pas pour cela savoir comment vous appercevez les grandeurs, les distances, les situations des choses. Les proportions géométriques de ces angles & de ces lignes sont justes, il est vrai; mais il n'y a pas plus de rapport entr'elles & nos sensations, qu'entre le son que nous entendons & la grandeur, la distance, la situation de la chose entendue. Par le son, mon oreille est frappée; j'entends des tons & rien de plus. Par la vûe, mon œil est ébranlé; je vois des couleurs & rien de plus. Non-seulement les proportions de ces angles, & de ces lignes, ne peuvent en aucune maniere être la cause immédiate du jugement que je forme des objets; mais en plusieurs cas ces proportions ne s'accordent point du tout avec la façon dont nous voyons les objets.

Exemple en preuve.

Par exemple, un homme vu à quatre pas, & à huit pas, est vu de même grandeur. Cependant l'image de cet homme, à ~~huit~~ quatre

pas, eſt préciſément double dans votre œil, de celle qu'il y trace à ~~quatre~~ huit pas. Les angles ſont différens, & vous voyez l'objet toujours également grand ; donc il eſt évident par ce ſeul exemple, choiſi entre pluſieurs, que ces angles & ces lignes ne ſont point du tout la cauſe immédiate de la maniere dont nous voyons.

Avant donc de continuer les recherches que nous avons commencées ſur la lumiere, & ſur les loix mécaniques de la Nature, vous m'ordonnez de dire ici comment les idées des diſtances, des grandeurs, des ſituations, des objets, ſont reçues dans notre ame. Cet examen nous fournira quelque choſe de nouveau & de vrai, c'eſt la ſeule excuſe d'un Livre.

CHA-

CHAPITRE SIXIE'ME.

Comment nous connaiſſons les diſtances, les grandeurs, les figures, les ſituations.

COMMENÇONS par la diſtance. Il eſt clair qu'elle ne peut être apperçue immédiatement par elle-même; car la diſtance n'eſt qu'une ligne de l'objet à nous. Cette ligne ſe termine à un point, nous ne ſentons donc que ce point; & ſoit que l'objet exiſte à mille lieues, ou qu'il ſoit à un pied, ce point eſt toujours le même.

Les angles, ni les lignes optiques, ne peuvent nous faire connaitre les diſtances.

Nous

Nous n'avons donc aucun moyen immédiat, pour appercevoir tout d'un coup la diſtance, comme nous en avons, pour ſentir par l'attouchement, ſi un corps eſt dur ou mou; par le goût, s'il eſt doux ou amer; par l'ouïe, ſi de deux ſons l'un eſt grave & l'autre aigu. Il faut donc que l'idée de la diſtance nous vienne par le moyen d'une autre idée intermédiaire: mais il faut au moins que j'apperçoive cette intermédiaire; car une idée que je n'aurai point, ne ſervira certainement pas à m'en faire avoir une autre. Je dis qu'une telle maiſon eſt à un mille d'une telle riviére; mais ſi je ne ſai pas où eſt cette riviére, je ne ſai certainement pas où eſt cette maiſon. Un corps cède aiſément à l'impreſſion de ma main; je conclus immédiatement ſa molleſſe. Un autre réſiſte, je ſens immédiatement ſa dureté; il faudroit donc que je ſentiſſe les angles formés dans mon œil, pour en conclure immédiatement les diſtances des objets. Mais perſonne ne s'aviſe de ſonger à ces angles quand il regarde un objet. La plûpart des hommes ne ſavent pas même ſi ces angles exiſtent: donc il eſt évident que ces angles

gles ne peuvent être la cauſe immédiate de ce que vous connaiſſez les diſtances.

Celui qui, pour la premiere fois de ſa vie, entendroit le bruit du Canon, ou le ſon d'un Concert, ne pourroit juger ſi on tire ce canon, ou ſi on exécute ce concert à une lieue, ou à trente pas. Il n'y a que l'expérience qui puiſſe l'accoutumer à juger de la diſtance qui eſt entre lui & l'endroit d'où part ce bruit. Les vibrations, les ondulations de l'air, portent un ſon à ſes oreilles, ou plutôt à ſon ame; mais ce bruit n'avertit pas plus ſon ame de l'endroit où le bruit commence, qu'il ne lui apprend la forme du canon ou des inſtrumens de Muſique.

Exemple en preuve.

C'eſt la même choſe préciſément par rapport aux rayons de lumiere qui partent d'un objet, ils ne nous apprennent point du tout où eſt cet objet.

Ils ne nous font pas connaitre davantage les grandeurs ni même les figures.

Ces lignes optiques ne font connaitre ni les grandeurs ni les figures.

Je vois de loin une eſpèce de petite Tour. J'avance, j'apperçois, & je touche un grand Bâ-

Bâtiment quadrangulaire. Certainement ce que je vois & ce que je touche, n'eſt pas ce que je voiois. Ce petit objet rond qui étoit dans mes yeux, n'eſt point ce grand Bâtiment quarré.

Autre choſe eſt donc l'objet meſurable & tangible, autre choſe eſt l'objet viſible. J'entends de ma chambre le bruit d'un caroſſe: j'ouvre la fenêtre & je le vois; je deſcends & j'entre dedans. Or ce caroſſe que j'ai entendu, ce caroſſe que j'ai vu, ce caroſſe que j'ai touché, ſont trois objets abſolument divers de trois de mes ſens, qui n'ont aucun rapport immédiat les uns avec les autres.

Exemple en preuve.

Il y a bien plus: il eſt démontré, comme je l'ai dit, qu'il ſe forme dans mon œil un angle une fois plus grand, quand je vois un homme à quatre pieds de moi, que quand je vois le même homme à [illegible] 8 pieds de moi. Cependant je vois toujours cet homme de la même grandeur: comment mon ſentiment contredit-il ainſi le mécaniſme de mes organes? L'objet eſt réellement une fois plus petit dans mes yeux, & je

je le vois une fois plus grand. C'eſt en vain qu'on veut expliquer ce myſtère par le chemin, ou par la forme que prend le criſtallin dans nos yeux. Quelque ſuppoſition que l'on faſſe, l'angle ſous lequel je vois un homme à quatre pieds de moi, eſt toujours double de l'angle ſous lequel je le vois à ~~deux~~ huit pieds ; & la Géométrie ne réſoudra jamais ce Problême.

Ni la ſituation des objets.

Ces lignes & ces angles géométriques ne ſont pas plus réellement la cauſe de ce que nous voyons les objets à leur place, que de ce que nous les voyons de telles grandeurs, & à telle diſtance.

L'ame ne conſidere pas ſi telle partie va ſe peindre au bas de l'œil, elle ne rapporte rien à des lignes qu'elle ne voit point. L'œil ſe baiſſe ſeulement, pour voir ce qui eſt près de la terre, & ſe relève pour voir ce qui eſt au-deſſus de la terre.

Tout cela ne pouvoit être éclairci, & mis hors de toute conteſtation, que par quelqu'aveugle-né, à qui on auroit donné le ſens de la vûe. Car ſi cet aveugle, au moment

ment qu'il eût ouvert les yeux, eût jugé des diſtances, des grandeurs & des ſituations, il eut été vrai que les angles optiques, formez tout d'un coup dans ſa rétine, euſſent été les cauſes immédiates de ſes ſentimens. Auſſi le Docteur Barclay aſſûroit après Mr. Loke (& allant même en cela plus loin que Loke) que ni ſituation, ni grandeur, ni diſtance, ni figure, ne ſeroit aucunement diſcernée par cet aveugle, dont les yeux recevroient tout d'un coup la lumiere.

Preuve par l'expérience de l'aveugle-né guéri par Chiſelden.

Mais où trouver l'aveugle, dont dépendoit la décision indubitable de cette queſtion? Enfin en 1729. Mr. Chiſelden, un de ces fameux Chirurgiens, qui joignent l'addreſſe de la main aux plus grandes lumieres de l'eſprit, ayant imaginé qu'on pouvoit donner la vûe à un aveugle-né, en lui abbaiſſant ce qu'on appelle des cataractes, qu'il ſoupçonnoit formées dans ſes yeux, preſqu'au moment de ſa naiſſance, il propoſa l'opération. L'aveugle eut de la peine à y conſentir. Il ne concevoit pas trop, que le ſens de la vûe pût beaucoup augmenter ſes plaiſirs. Sans l'envie qu'on lui inſpira d'ap-

d'apprendre à lire & à écrire, il n'eût point desiré de voir. Il vérifioit par cette indifférence, qu'*il est impossible d'être malheureux, par la privation des biens dont on n'a pas d'idée:* vérité bien importante. Quoi qu'il en soit, l'opération fut faite & réussit. Ce jeune homme d'environ quatorze ans, vit la lumiere pour la premiere fois. Son expérience confirma tout ce que Loke & Barclay avoient si bien prévu. Il ne distingua de long-tems ni grandeur, ni distance, ni situation, ni même figure. Un objet d'un pouce, mis devant son œil, & qui lui cachoit une maison, lui paraissoit aussi grand que la maison. Tout ce qu'il voioit, lui sembloit d'abord être sur ses yeux, & les toucher comme les objets du tact touchent la peau. Il ne pouvoit distinguer ce qu'il avoit jugé rond à l'aide de ses mains, d'avec ce qu'il avoit jugé angulaire, ni discerner avec ses yeux, si ce que ses mains avoient senti être en haut ou en bas, étoit en effet en haut ou en bas. Il étoit si loin de connaitre les grandeurs, qu'après avoir enfin conçu par la vûe, que sa maison étoit plus grande que sa chambre, il ne concevoit pas comment

la vûe pouvoit donner cette idée. Ce ne fut qu'au bout de deux mois d'expérience, qu'il put appercevoir que les tableaux repréſentoient des corps ſolides : & lorſqu'après ce long tatonnement d'un ſens nouveau en lui, il eut ſenti que des corps, & non des ſurfaces ſeules, étoient peints dans les tableaux ; il y porta la main, & fut étonné de ne point trouver avec ſes mains ces corps ſolides, dont il commençoit à appercevoir les repréſentations. Il demandoit quel étoit le trompeur, du ſens du toucher, ou du ſens de la vûe.

Ce fut donc une déciſion irrévocable, que la maniere dont nous voyons les choſes, n'eſt point du tout la ſuite immédiate des angles formés dans nos yeux ; car ces angles Mathématiques étoient dans les yeux de cet homme, comme dans les nôtres, & ne lui ſervoient de rien ſans les ſecours de l'expérience & des autres ſens.

Comment nous repréſentons-nous donc les grandeurs & les diſtances? De la même façon dont nous imaginons les paſſions des hommes, par les couleurs qu'elles peignent

ſur

ſur leurs viſages, & par l'altération qu'elles portent dans leurs traits. Il n'y a perſonne, qui ne liſe tout d'un coup ſur le front d'un autre, la honte, ou la colére. C'eſt la Langue que la Nature parle à tous les yeux; mais l'expérience ſeule apprend ce langage. Auſſi l'expérience ſeule nous apprend, que quand un objet eſt trop loin, nous le voyons confuſément & faiblement. Delà nous formons des idées, qui enſuite accompagnent toujours la ſenſation de la vûe. Ainſi tout homme qui, à dix pas, aura vu ſon cheval haut de cinq pieds, s'il voit, quelques minutes après, ce cheval comme un mouton, ſon ame, par un jugement involontaire, conclud à l'inſtant que ce cheval eſt très-loin.

Comment nous connaiſſons les diſtances & les grandeurs.

Il eſt bien vrai que, quand je vois mon cheval gros comme un mouton, il ſe forme alors dans mon œil une peinture plus petite, un angle plus aigu; mais c'eſt-là ce qui accompagne, non ce qui cauſe mon ſentiment. De même il ſe fait un autre ébranlement dans mon cerveau, quand je vois un homme rougir de honte, que quand je le vois rougir de colére; mais ces diffé-

rentes impreſſions ne m'apprendroient rien de ce qui ſe paſſe dans l'ame de cet homme, ſans l'expérience dont la voix ſeule ſe fait entendre.

Loin que cet angle ſoit la cauſe immédiate de ce que je juge qu'un grand cheval eſt très-loin, quand je vois ce cheval fort petit; il arrive au contraire, à tous les momens, que je vois ce même cheval également grand, à dix pas, à vingt, à trente pas, quoique l'angle à dix pas ſoit double, triple, quadruple.

Exemple.

Je regarde de fort loin, par un petit trou, un homme poſté ſur un toit, le lointain & le peu de rayons m'empêchent d'abord de diſtinguer ſi c'eſt un homme: l'objet me parait très-petit, je crois voir une ſtatue de deux pieds tout au plus: l'objet ſe remue, je juge que c'eſt un homme, & dès ce meme inſtant cet homme me parait de la grandeur ordinaire; d'où viennent ces deux jugemens ſi différens?

Quand j'ai cru voir une ſtatue, je l'ai imaginée de deux pieds, parce que je la

voiois

voiois ſous un tel angle : nulle expérience ne plioit mon ame à démentir les traits imprimés dans ma rétine ; mais dès que j'ai jugé que c'étoit un homme, la liaiſon miſe par l'expérience, dans mon cerveau, entre l'idée d'un homme & l'idée de la hauteur de cinq à ſix pieds, me force, ſans que j'y penſe, à imaginer, par un jugement ſoudain, que je vois un homme de telle hauteur, & à voir une telle hauteur en effet.

Nous apprenons à voir comme à lire.

Il faut abſolument conclure de tout ceci, que les diſtances, les grandeurs, les ſituations, ne ſont pas, à proprement parler, des choſes viſibles, c'eſt-à-dire, ne ſont pas les objets propres & immédiats de la vûe. L'objet propre & immédiat de la vûe, n'eſt autre choſe que la lumiere colorée : tout le reſte, nous ne le ſentons qu'à la longue & par expérience. Nous apprenons à voir, préciſément comme nous apprenons à parler & à lire. La différence eſt, que l'art de voir eſt plus facile, & que la Nature eſt également à tous notre Maître.

Les jugemens ſoudains, preſque unifor-

La vûe ne peut faire connaitre l'étendue.

mes, que toutes nos ames, à un certain âge, portent des diſtances, des grandeurs, des ſituations, nous font penſer, qu'il n'y a qu'à ouvrir les yeux, pour voir de la maniere dont nous voyons. On ſe trompe; il y faut le ſecours des autres ſens. Si les hommes n'avoient que le ſens de la vûe, ils n'auroient aucun moyen pour connaitre l'étendue, en longueur, largeur, & profondeur; & un pur Eſprit ne pourroit jamais la connaitre, à moins que Dieu ne la lui revélât. Il eſt très-difficile de ſéparer dans notre entendement l'extenſion d'un objet d'avec les couleurs de cet objet. Nous ne voyons jamais rien que d'étendu; & de-là nous ſommes tout portez à croire, que nous voyons en effet l'étendue. Nous ne pouvons guère diſtinguer dans notre ame ce jaune que nous voyons dans un Louïs d'or, d'avec ce Louïs d'or dont nous voyons le jaune. C'eſt comme, lorſque nous entendons prononcer ce mot *Louïs d'or*, nous ne pouvons nous empêcher d'attacher, malgré nous, l'idée de cette monnoye au ſon que nous entendons prononcer.

Si tous les hommes parloient la même

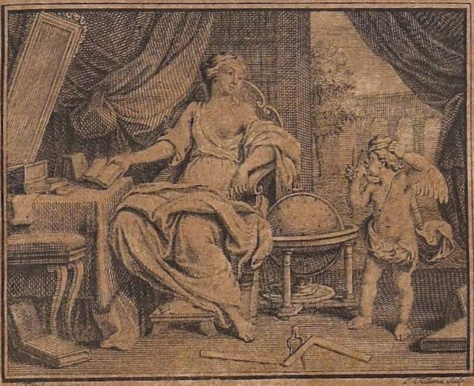
Lan-

Langue, nous ſerions toujours prêts à croire, qu'il y auroit une connexion néceſſaire entre les mots & les idées. Or tous les hommes ont ici le même langage, en fait d'imagination. La Nature leur dit à tous: Quand vous aurez vu des couleurs pendant un certain tems, votre imagination vous repréſentera à tous, de la même façon, les corps auxquels ces couleurs ſemblent attachées. Ce jugement prompt & involontaire que vous formerez, vous ſera utile dans le cours de votre vie; car s'il falloit attendre pour eſtimer les diſtances, les grandeurs, les ſituations, de tout ce qui vous environne, que vous euſſiez examiné des angles & des rayons viſuels; vous ſeriez morts avant de ſavoir, ſi les choſes dont vous avez beſoin, ſont à dix pas de vous, ou à cent millions des lieues, & ſi elles ſont de la groſſeur d'un ciron, ou d'une montagne. Il vaudroit beaucoup mieux pour vous être nés aveugles.

Nous avons donc très-grand tort quand nous diſons que nos Sens nous trompent. Chacun de nos ſens fait la fonction à laquelle la Nature l'a deſtiné. Ils s'aident mu-

tuellement pour envoyer à notre ame, par les mains de l'expérience, la meſure des connaiſſances que notre état comporte. Nous demandons à nos Sens, ce qu'ils ne ſont point faits pour nous donner. Nous voudrions que nos yeux nous fiſſent connaitre la ſolidité, la grandeur, la diſtance, &c.: mais il faut que le toucher s'accorde en cela avec la vûe, & que l'expérience les ſeconde. Si le Pere Mallebranche avoit enviſagé la Nature par ce côté, il eût attribué moins d'erreurs à nos Sens qui ſont les ſeules ſources de toutes nos idées.

Il eſt tems de reprendre le fil des découvertes de Neuton, & de rentrer dans l'examen Phyſique & Mathématique des choſes.



CHAPITRE SEPT.

De la cause qui fait briser les rayons de la lumiere en passant d'une substance dans une autre ; que cette cause est une loi générale de la Nature inconnue avant Neuton ; que l'inflexion de la lumiere est encore un effet de cette cause, &c.

NOUS avons déja vu l'artifice presque incompréhensible de la réflexion de la lumiere, que l'impulsion connue ne peut causer. Celui de la réfraction dont nous

allons reprendre l'examen n'eſt pas moins ſurprenant.

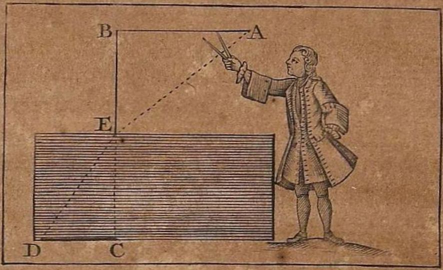
Ce que c'eſt que réfraction.

Commençons par nous bien affermir dans une idée nette de la choſe qu'il faut expliquer. Souvenons-nous bien, que quand la lumiere tombe d'une ſubſtance plus rare, plus legére comme l'air, dans une ſubſtance plus peſante, plus denſe comme l'eau, & qui ſemble lui devoir réſiſter davantage, la lumiere alors quitte ſon chemin & ſe briſe en s'approchant d'une perpendicule, qu'on éleveroit ſur la ſurface de cette eau.

Mr. Le Clerc, dans ſa Phyſique, a dit tout le contraire faute d'attention. En ſon Livre cinq, chapitre huit: „ Plus la réſiſtan- „ ce des corps eſt grande, dit-il, plus la „ lumiere qui tombe dans eux s'éloigne de „ la perpendicule. Ainſi le rayon s'éloi- „ gne de la perpendicule en paſſant de l'air „ dans l'eau". Ce n'eſt pas la ſeule mépriſe qui ſoit dans le Clerc, & un homme qui auroit le malheur d'étudier la Phyſique dans les Ecrits de cet Auteur, n'auroit guère que des idées fauſſes ou confuſes.

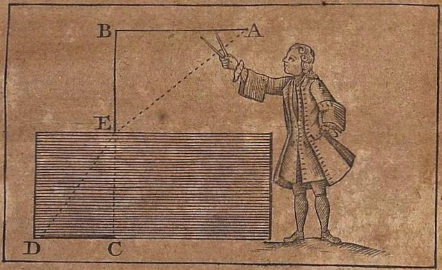
Pour

Pour avoir une idée bien nette de cette vérité, regardez ce rayon qui tombe de l'air dans ce criſtal.



Vous ſavez comme il ſe briſe. Ce rayon A E. fait un angle avec cette perpendiculaire B E. en tombant ſur la ſurface de ce criſtal. Ce même rayon réfracté dans ce criſtal, fait un autre angle avec cette même perpendiculaire qui régle ſa réfraction. Il fallut meſurer cette incidence & ce briſement de la lumiere. Snellius trouva le premier la proportion conſtante, ſuivant laquelle les rayons ſe rompent dans ces différens mi-

milieux. On en fit l'honneur à Descartes. On attribue toujours au Philosophe le plus accrédité les découvertes qu'il rend publiques : il profite des travaux obscurs d'autrui, & il augmente sa gloire de leurs recherches. La découverte de Snellius étoit alors un Chef-d'œuvre de sagacité. Cette proportion découverte par Snellius est très-aisée à entendre.



Ce que c'est que sinus de réfraction.

Plus la ligne A. B. que vous voyez, est grande, plus la ligne C. D. sera grande aussi. Cette ligne A. B. est ce qu'on appelle *sinus* d'incidence. Cette ligne C. D. est le *sinus* de la réfraction. Ce n'est pas ici

ici le lieu d'expliquer en général ce que c'eſt qu'un *ſinus*. Ceux qui ont étudié la Géométrie le ſavent aſſez. Les autres pourroient être un peu embaraſſez de la définition. Il ſuffit de bien ſavoir que ces deux *ſinus*, de quelque grandeur qu'ils ſoient, ſont toujours en proportion dans un milieu donné. Or cette proportion eſt différente, quand la réfraction ſe fait dans un milieu différent.

La lumiere qui tombe obliquement de l'air dans du criſtal, s'y briſe de façon, que le *ſinus* de réfraction C. D. eſt au *ſinus* d'incidence A. B. comme 2. à 3. ce qui ne veut dire autre choſe, ſinon que cette ligne A. B. eſt un tiers plus grande dans l'air, en ce cas, que la ligne C. D. dans ce criſtal.

Dans l'eau cette proportion eſt de 3. à 4. Ainſi il eſt palpable que le criſtal réfracte, briſe la lumiere d'un neuvième plus fortement que l'eau. Il faut donc ſavoir que dans tous les cas, & dans toutes les obliquités d'incidence poſſibles, le criſtal ſera plus refringent que l'eau d'un neuvième. Il s'agit de ſavoir non-ſeulement la cauſe de

la

la réfraction, mais la cause de ces réfractions différentes.

Idée de Descartes ingénieuse, mais fausse.

Descartes a trouvé, à son ordinaire, des raisons ingénieuses & plausibles de cette proprieté de la lumiere; mais là, comme en tout le reste, mettant son esprit à la place des choses, il a donné des conjectures pour des vérités. Il a feint que la lumiere, en passant de l'air dans un milieu nouveau, plus épais, plus compact, y passe plus librement, y est moins retardée dans sa tendance prétendue au mouvement, & *moins retardée*, disoit-il, *moins troublée dans un milieu dense, comme le verre, que dans un milieu moins épais, comme l'eau.* Nous avons déja vu combien il s'abuse en assûrant que la lumiere n'a qu'une tendance au mouvement. Nous avons vu que les rayons se meuvent en effet, puisqu'ils changent de place à nos yeux dans leurs réfractions. Mais son erreur ici est encore assez importante: il se trompe en croyant que les corps les plus solides sont toujours ceux qui brisent le plus la lumiere, & qui lui ouvrent en la brisant un chemin plus facile. Il n'est pas vrai que tous les corps solides réfractent, brisent plus

Le corps le plus solide n'est pas le plus réfractant.

plus la lumiere absolument, que les corps fluides; car quoiqu'en effet l'eau opére une réfraction moins forte, absolument parlant, que le verre; cependant par rapport à sa densité, elle opére une réfraction plus forte. Il est bien vrai que la lumiere se brise environ un neuvième davantage dans le verre, que dans l'eau; mais si la réfraction suivoit le rapport de la densité, elle devroit, dans le verre, aller fort au delà d'un neuvième. Imaginez deux hommes, dont l'un aura quatre fois plus de force, que l'autre. Si le plus fort ne porte qu'un poids une fois plus pesant, il sera vrai de dire que par rapport à sa force, il n'a pas, à beaucoup près, tant porté que l'autre; car il devroit porter quatre fois davantage. Preuve.

L'ambre opére une réfraction bien plus forte que le cristal, par rapport à sa densité. Peut-on dire cependant que l'ambre ouvrira un chemin plus facile à la lumiere, que le cristal? C'est donc une supposition fausse: *que la lumiere se brise vers la perpendiculaire, quand elle trouve un corps transparent plus solide qui lui résiste moins, parce qu'il est plus solide.*

Re-

Remarquez que toute expérience & tout calcul ruïne presque toutes les idées de Descartes, quand ce grand Philosophe ne les fonde que sur des hypothèses. Ce sont des perspectives brillantes & trompeuses qui diminuent à mesure qu'on en approche. Tous les autres Philosophes ont cherché des solutions de ce Problême de la Nature; mais l'expérience a renversé aussi leurs conjectures.

Méprise des autres grands Géométres à ce sujet.

Barrow enseignoit, après le Pere Deschalles, que la réfraction de la lumiere, en approchant de la perpendicule, se faisoit *par la résistance du milieu*; que *plus un milieu résistoit au cours de la lumiere, plus cette réfraction devoit être forte.*

Cette idée étoit le contraire de celle de Descartes; elle prouvoit seulement qu'on va à l'erreur par différens chemins. Ils n'avoient qu'à voir les expériences; ils n'avoient qu'à mesurer les réfractions qui se font dans l'esprit de vin, beaucoup plus grandes que dans l'eau; ils n'avoient qu'à considerer qu'assûrément l'esprit de vin ne ré-

résiste pas plus que l'eau, & que cependant il opére une réfraction une fois plus forte, ils auroient corrigé cette petite erreur. Aussi le Pere Deschalles avoue qu'il doute fort de son explication.

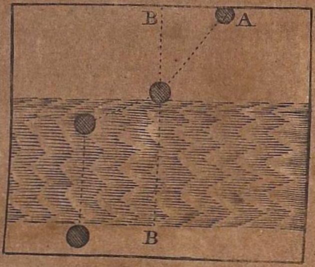
Enfin Neuton seul a trouvé la véritable raison qu'on cherchoit. Sa découverte mérite assûrément l'attention de tous les Siècles. Car il ne s'agit pas ici seulement d'une proprieté particuliere à la lumiere, quoique ce fût déja beaucoup ; nous verrons que cette proprieté appartient à tous les corps de la Nature.

Grande découverte de Neuton.

Considerez que les rayons de la lumiere sont en mouvement, que s'ils se détournent en changeant leur course, ce doit être par quelque loi primitive, & qu'il ne doit arriver à la lumiere, que ce qui arriveroit à tous les corps de même petitesse que la lumiere, toutes choses d'ailleurs égales.

Qu'une balle de plomb A. soit poussée obliquement de l'air dans l'eau, il lui arrivera d'abord le contraire de ce qui est arrivé à ce rayon de lumiere; car ce rayon

délié passe dans des pores, & cette balle, dont la superficie est large, rencontre la superficie de l'eau qui la soutient.

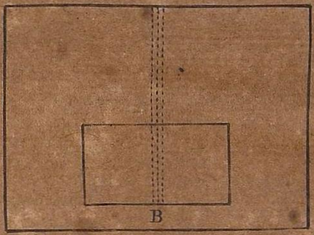


Cette balle s'éloigne donc d'abord de la perpendiculaire B.; mais lorsqu'elle a perdu tout ce mouvement oblique qu'on lui avoit imprimé, elle est abandonnée à elle-même, elle tombe alors, à peu près suivant une perpendiculaire, qu'on élèveroit du point où elle commence à descendre. Or Neuton a découvert & a prouvé qu'il y a dans la Nature une force, qui fait tendre tous les corps, en ligne perpendiculaire, les uns vers les autres en proportion directe de leur masse. Donc cette force (telle qu'elle soit) doit

Attraction.

doit agir dans l'eau ſur ce rayon ; & la maſſe du rayon étant incomparablement moindre que celle de l'eau, ce rayon doit ſenſiblement être mu vers elle.

Regardez donc ce rayon de lumiere qui deſcend perpendiculairement de l'air ſur la ſurface de ce criſtal.



Comme cette ligne deſcend perpendiculairement, le pouvoir de l'attraction, tel qu'il ſoit, agiſſant en ligne droite, le rayon ne ſe détourne point de ſon chemin ; mais il arrive plus promptement, qu'il n'auroit fait en B., & c'eſt encore une vérité apperçue par Neuton.

L'attraction agit en perpendicule, & accélere la chûte des rayons.

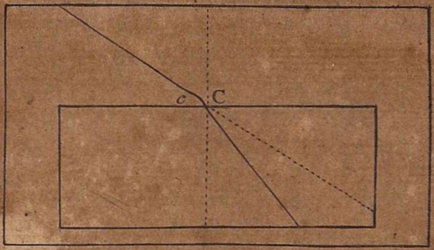
Avant lui on croioit que ce rayon de lumiere étoit retardé dans ſon cours en entrant dans l'eau. Au contraire, il y entre avec accélération. Pourquoi ? Parce qu'il y eſt porté, & par ſon propre mouvement, & par celui de l'attraction que l'eau, ou le verre, lui imprime. Ce rayon arrive donc en B. par cette force accélératrice plus promptement qu'il n'eût franchi l'air.

Mais ſi nous conſiderons dans ce même baſſin d'eau, ou dans cette même maſſe de verre, ce rayon oblique qui tombe deſſus, qu'arrive-t-il ? Il conſerve ſon mouvement d'obliquité en ligne droite, & il en acquiert un nouveau en ligne perpendiculaire.

Que cette attraction, que cette tendance, que cette eſpèce de gravitation exiſte, nous n'en pouvons douter : car nous avons vu la lumiere attirée par le verre, y rentrer ſans toucher à rien; or cette force agit néceſſairement en ligne perpendiculaire, la ligne perpendiculaire étant le plus court chemin.

Puiſ-

Puiſque cette force exiſte, elle eſt dans toutes les parties de la matiere. Les parties de la ſuperficie d'un corps quelconque, éprouvent donc ce pouvoir, avant qu'il pénétre l'intérieur de la ſubſtance, avant qu'il parvienne au centre où il eſt dirigé. Ainſi dès que ce rayon eſt arrivé près de la ſuperficie du criſtal, ou de l'eau, il prend déja un peu en cette maniere le chemin de la perpendicule.



Il ſe briſe déja un peu en C. avant d'entrer: plus il entre, plus il ſe briſe; c'eſt que plus les corps ſont proches, plus ils s'attirent, & que celui qui a le plus de maſſe

Lumiere briſée avant d'entrer dans les corps.

masse détermine vers lui, celui qui en a moins. Ainsi il arrive à ce rayon de lumiere la même chose qu'à tout corps, qui a un mouvement composé de deux directions différentes; il n'obéït à aucune, & tient un chemin qui participe des deux. Ainsi ce rayon ne tombe pas tout-à-fait perpendiculairement, & ne suit pas sa premiere ligne droite oblique, en traversant cette eau, ou ce verre; mais il suit une ligne qui participe des deux côtés, & qui descend d'autant plus vîte, que l'attraction de cette eau, ou de ce cristal, est plus forte. Donc loin que l'eau rompe les rayons de lumiere, en leur résistant, comme on le croioit, elle les rompt en effet, parce qu'elle ne résiste pas, &, au contraire, parce qu'elle les attire. Il faut donc dire que les rayons se brisent vers la perpendiculaire, non pas quand ils passent d'un milieu plus facile dans un milieu plus résistant, mais quand ils passent *d'un milieu moins attirant dans un milieu plus attirant*. Observez qu'il ne faut jamais entendre par ce mot *attirant*, que le point vers lequel se dirige une force reconnue, une proprieté incontestable de la matiere.

Vous

Vous ſavez que beaucoup de gens, autant attachés à la Philoſophie, ou plutôt au nom de Deſcartes, qu'ils l'étoient auparavant au nom d'Ariſtote, ſe ſont ſoulevés contre l'attraction. Les uns n'ont pas voulu l'étudier, les autres l'ont mépriſée, & l'ont inſultée après l'avoir à peine examinée; mais je prie le Lecteur de faire les trois réflexions ſuivantes.

1°. Qu'entendons-nous par attraction? Rien autre choſe qu'une force par laquelle un corps s'approche d'un autre, ſans que l'on voye, ſans que l'on connaiſſe, aucune autre force qui le pouſſe.

Il faut examiner l'attraction avant de ſe révolter contre ce mot.

2°. Cette propriété de la matiere eſt établie par les meilleurs Philoſophes en Angleterre, en Allemagne, en Hollande, & même dans pluſieurs Univerſitez d'Italie, où des Loix un peu rigoureuſes ferment quelquefois l'accez à la Vérité. Le conſentement de tant de ſavans hommes n'eſt pas une preuve, ſans doute; mais c'eſt une raiſon puiſſante pour examiner au moins ſi cette force exiſte ou non.

3°. L'on devroit ſonger que l'on ne con-

nait pas plus la cause de l'impulsion, que de l'attraction. On n'a pas même plus d'idée de l'une de ces forces que de l'autre; car il n'y a personne qui puisse concevoir pourquoi un corps a le pouvoir d'en remuer un autre de sa place. Nous ne concevons pas non plus, il est vrai, comment un corps en attire un autre, comment les parties de la matiere gravitent mutuellement. Aussi ne dit-on pas que Neuton se soit vanté de connaitre la raison de cette attraction. Il a prouvé simplement qu'elle existe: il a vu dans la matiere un phénomêne constant, une propriété universelle. Si un homme trouvoit un nouveau métal dans la terre, ce métal existeroit-il moins, parce que l'on ne connaitrait pas les premiers Principes dont il seroit formé? Que le Lecteur qui jettera les yeux sur cet Ouvrage ait recours à la discussion métaphysique sur l'attraction, faite par Mr. de Maupertuis, dans le plus petit & dans le meilleur Livre qu'on ait écrit peut-être en Français, en fait de Philosophie. On y verra à travers la reserve avec laquelle l'Auteur s'est expliqué, ce qu'il pense, & ce qu'on doit penser de cette attraction, dont le nom a tout effarouché.

Nous

Nous avons vu dans le ſecond chapitre, que les rayons réflechis d'un Miroir ne ſauroient venir à nous de ſa ſurface. Nous avons expérimenté que les rayons transmis dans du verre à un certain angle, reviennent au lieu de paſſer dans l'air; que, s'il y a du vuide derriere ce verre, les rayons qui étoient transmis auparavant reviennent de ce vuide à nous. Certainement il n'y a point-là d'impulſion connue. Il faut de toute néceſſité admettre un autre pouvoir; il faut bien auſſi avouer, qu'il y a dans la réfraction quelque choſe qu'on n'entendoit pas juſqu'à préſent.

Or quelle ſera cette puiſſance qui rompra ce rayon de lumiere dans ce baſſin d'eau? Il eſt démontré (comme nous le dirons au chapitre ſuivant) que, ce qu'on avoit cru juſqu'à préſent un ſimple rayon de lumiere, eſt un faiſceau de pluſieurs rayons, qui ſe réfractent tous différemment. Si de ces traits de lumiere contenus dans ce rayon, l'un ſe réfracte, par exemple, à quatre meſures de la perpendiculaire, l'autre ſe rompra à trois meſures. Il eſt démontré que les plus ré-

frangibles, c'est-à-dire, par exemple, ceux qui en se brisant au sortir d'un verre, & en prenant dans l'air une nouvelle direction, s'approchent moins de la perpendiculaire de ce verre, sont aussi ceux qui se réflechissent le plus aisément, le plus vîte. Il y a donc déja bien de l'apparence, que ce sera la même loi qui fera réflechir la lumiere, & qui la fera réfracter.

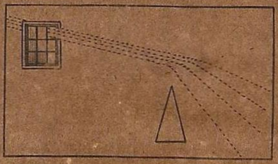
Preuves de l'attraction.

Enfin, si nous trouvons encore quelque nouvelle propriété de la lumiere, qui paraisse devoir son origine à la force de l'attraction, ne devrons-nous pas conclure que tant d'effets appartiennent à la même cause ?

Voici cette nouvelle propriété qui fut découverte par le Pere Grimaldi Jésuite vers l'an 1660. & sur laquelle Neuton a poussé l'examen jusqu'au point de mesurer l'ombre d'un cheveu à des distances différentes. Cette propriété est l'inflexion de la lumiere. Non-seulement les rayons se brisent en passant dans le milieu dont la masse les attire ; mais d'autres rayons, qui passent dans l'air auprès des bords de ce corps attirant, s'approchent sensiblement de ce corps, &

& se détournent visiblement de leur chemin. Mettez dans un endroit obscur cette lame d'acier, ou de verre aminci, qui finit en pointe : exposez-la auprès d'un petit trou par lequel la lumiere passe ; que cette lumiere vienne raser la pointe de ce métal.

Inflexion de la lumiere auprès des corps qui l'attirent.



Vous verrez les rayons se courber auprès en telle maniere, que le rayon qui s'approchera le plus de cette pointe, se courbera davantage, & que celui qui en sera plus éloigné, se courbera moins à proportion. N'est-il pas de la plus grande vraisemblance, que le même pouvoir qui brise ces rayons, quand ils sont dans ce milieu, les force à se détourner, quand ils sont près de ce milieu? Voilà donc la réfraction, la transparence, la réflexion, assujeties à de nouvelles loix.

Voi-

Voilà une inflexion de la lumiere, qui dépend évidemment de l'attraction. C'est un nouvel Univers qui se présente aux yeux de ceux qui veulent voir.

Nous montrerons bien-tôt qu'il y a une attraction évidente entre le Soleil & les Planetes, une tendance mutuelle de tous les corps les uns vers les autres. Mais nous avertissons ici d'avance, que cette attraction, qui fait graviter les Planetes sur notre Soleil, n'agit point du tout dans les mêmes rapports que l'attraction des petits corps qui se touchent. Il faudra que l'on songe bien, que ces rapports changent au point de contact. Qu'on ne croye point que la lumiere est infléchie vers le cristal & dans le cristal, suivant le même rapport, par exemple, que Mars est attiré par le Soleil. Tous les corps, comme nous le verrons, sont attirez en raison inverse du quarré de leurs distances ; mais au point de contact, ils le sont en raison inverse des cubes de leurs distances, & beaucoup plus encore. Ainsi l'attraction est bien plus forte, & la force s'en dissipe bien plus vîte ; & cette attraction des corps qui se touchent, augmen-

mente encore à meſure que les corps ſont petits. Ainſi des particules de lumiere attirées par les petites maſſes du verre, ſont bien loin de ſuivre les loix du Syſtême planétaire. Deux atomes, & deux Planetes telles que Jupiter & Saturne, obéïſſent à l'attraction, mais à différentes loix de l'attraction. C'eſt ce que nous nous reſervons d'expliquer dans l'avant dernier Chapitre, & ce que nous avons cru néceſſaire d'indiquer ici pour lever toute équivoque.

CHA-

CHAPITRE HUIT.

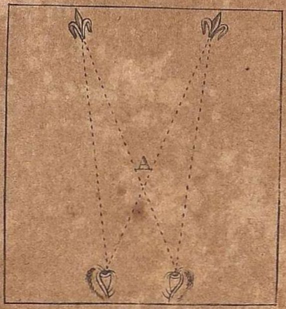
Suites des merveilles de la réfraction de la lumiere. Qu'un ſeul rayon de la lumiere contient en ſoi toutes les couleurs poſſibles ; ce que c'eſt que la réfrangibilité. Découvertes nouvelles.

Imagination de Deſcartes ſur les couleurs.

SI vous demandez aux Philoſophes ce qui produit les couleurs, Deſcartes vous répondra que *les globules de ſes Elémens ſont déterminez à tournoyer ſur eux-mêmes outre leur tendance au mouvement en ligne droite, & que ce ſont les différens tournoyemens qui ſont les*

les différentes couleurs. Mais, en vérité, ses Elémens, ses globules, son tournoyement, ont-ils même besoin de la pierre de touche de l'expérience pour que le faux s'en fasse sentir ? Une foule de démonstrations anéantit ces chiméres. Voici les plus simples & les plus sensibles.

Rangez des boules les unes contre les autres: supposez les poussées en tout sens, & tournant toutes sur elles-mêmes en tout sens; par le seul enoncé, il est impossible, que ces boules contigues puissent avancer en lignes droites réguliérement. De plus, comment verriez-vous sur une muraille ce point bleu, & ce point verd ?



Les

Les voilà marquez ſur cette muraille; il faut qu'ils ſe croiſent en l'air au point A. avant d'arriver à vos yeux. Puiſqu'ils ſe croiſent, leur prétendu tournoyement doit changer au point d'interſection. Les tournoyemens qui faiſoient le bleu & le verd ne ſubſiſtent donc plus les mêmes : il n'y auroit donc plus alors de point verd, ni de point bleu. Un Jéſuite Flamand fit cette objection à Deſcartes. Celui-ci en ſentit toute la force, mais que croiriez-vous qu'il répondit ? Que ces boules *ne tournoyent pas à la vérité*, mais qu'*elles ont une tendance au tournoyement*. Voilà ce que Deſcartes dit dans ſes Lettres. L'acte du *tranſparent entant que tranſparent*, eſt-il plus intelligible ?

Vous me direz, ſans doute, que cette difficulté eſt égale dans tous les Syſtêmes. Vous me direz que ces rayons, qui partent de ce point bleu & de ce point verd, ſe croiſent néceſſairement, quelque opinion qu'on embraſſe touchant les couleurs ; que cette interſection des rayons devroit toujours empêcher la viſion, qu'en un mot, il eſt toujours

jours incompréhensible que des rayons qui se croisent, arrivent à nos yeux dans leur ordre; mais ce scrupule sera bien-tôt levé, si vous considerez que toute partie de matiere a plus de pores incomparablement que de substance. Un rayon du Soleil, qui a plus de trente millions de lieues en longueur, n'a pas probablement un pied de matiere solide mise bout à bout. Il seroit donc très-possible qu'un rayon passât à travers d'un autre en cette maniere, sans rien déranger.

Mais ce n'est pas seulement ainsi qu'ils passent, c'est l'un par-dessus l'autre comme deux bâtons. Mais direz-vous, des rayons émanez d'un centre n'aboutiroient pas précisément, & en rigueur Mathématique, à la même ligne de circonférence. Cela est

vrai. Il s'en faudra toujours un infiniment petit. Mais deux hommes ne verroient pas les mêmes points du même objet. Cela eſt encore vrai. De mille millions de perſonnes qui regarderont une ſuperficie, il n'y en aura pas deux qui verront les mêmes points.

Il faut avouer que dans le plein de Deſcartes, cette interſection de rayons eſt impoſſible ; mais tout eſt également impoſſible dans le plein, & il n'y a aucun mouvement, tel qu'il ſoit, qui ne ſuppoſe & ne prouve le vuide.

Erreur de Mallebranche.

Mallebranche vient à ſon tour & vous dit : *Il eſt vrai que Deſcartes s'eſt trompé. Son tournoyement de globules, n'eſt pas ſoutenable ; mais ce ne ſont pas des globules de lumiere, ce ſont des petits tourbillons tournoyans de matiere ſubtile, capables de compreſſion, qui ſont la cauſe des couleurs ; & les couleurs conſiſtent comme les ſons dans des vibrations de preſſion.* Et il ajoute : *Il me parait impoſſible de découvrir par aucun moyen les rapports exacts de ces vibrations*, c'eſt-à-dire, des couleurs. Vous remarquerez qu'il

qu'il parloit ainſi dans l'Académie des Sciences en 1699. & que l'on avoit déja découvert ces proportions en 1675; non pas proportions de vibration de petits tourbillons qui n'exiſtent point, mais proportions de la réfrangibilité des rayons qui ſont les couleurs, comme nous le dirons bien-tôt. Ce qu'il croioit impoſſible étoit déja démontré, &, qui plus eſt, démontré aux yeux, reconnu vrai par les ſens, ce qui auroit bien déplu au Pere Mallebranche.

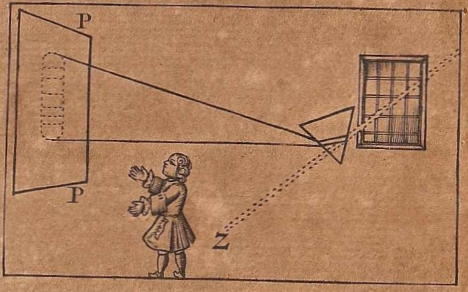
D'autres Philoſophes ſentant le faible de ces ſuppoſitions, vous diſent au moins avec plus de vraiſemblance : *Les couleurs viennent du plus ou du moins de rayons réflechis des corps colorez. Le blanc eſt celui qui en réflechit davantage ; le noir eſt celui qui en réflechit le moins. Les couleurs les plus brillantes seront donc celles qui vous apporteront plus de rayons. Le rouge, par exemple, qui fatigue un peu la vûe, doit être composé de plus de rayons, que le verd qui la repoſe davantage.* Cette Hypothèſe parait d'abord plus ſenſée ; mais elle n'eſt qu'une conjecture (d'ailleurs très-incomplette & erronée), & une conjecture n'eſt qu'une raiſon

de plus pour chercher, & non pas une raison pour croire.

Expérience & démonstration de Neuton.

Addressez-vous enfin à Neuton. Il vous dira ne m'en croyez pas : n'en croyez que vos yeux & les Mathématiques : mettez-vous dans une chambre tout-à-fait obscure, où le jour n'entre que par un trou extrêmement petit ; le rayon de la lumiere viendra sur du papier vous donner la couleur de la blancheur.

Exposez transversalement à un rayon de lumiere ce prisme de verre ; ensuite mettez à une distance d'environ seize ou dix-sept pieds une feuille de papier P. vis-à-vis ce prisme.

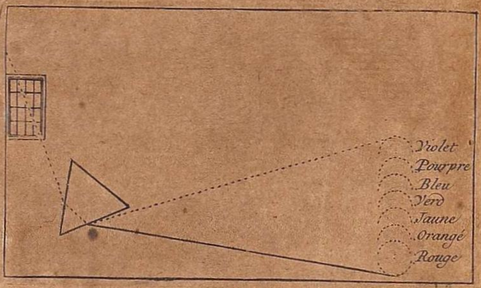


Vous

Vous ſavez déja que la lumiere ſe briſe en entrant de l'air dans ce priſme ; vous ſavez qu'elle ſe briſe, en ſens contraire, en ſortant de ce priſme dans l'air. Si elle ne ſe briſoit pas ainſi, elle iroit de ce trou tomber ſur le plancher de la chambre Z. Mais comme il faut que la lumiere, en s'échappant, s'éloigne de la ligne Z. cette lumiere ira donc frapper le papier. C'eſt-là que ſe voit tout le ſecret de la lumiere & des couleurs. Ce rayon qui eſt tombé ſur ce priſme n'eſt pas, comme on croioit, un ſimple rayon ; c'eſt un faiſceau de ſept principaux faiſceaux de rayons, dont chacun porte en ſoi une couleur primitive, primordiale, qui lui eſt propre. Des mêlanges de ces ſept rayons naiſſent toutes les couleurs de la Nature ; & les ſept réunis enſemble, réflechis enſemble de deſſus un objet, forment la blancheur.

Approfondiſſez cet artifice admirable. Nous avions déja inſinué que les rayons de la lumiere ne ſe réfractent pas, ne ſe briſent pas tous également ; ce qui ſe paſſe ici en eſt aux yeux une démonſtration évidente. Ces ſept rayons de lumiere échap-

pez du corps de ce rayon, qui s'est anatomisé au sortir du prisme, viennent se placer, chacun dans leur ordre, sur ce papier blanc, chaque rayon occupant une ovale. Le rayon qui a le moins de force pour suivre son chemin, le moins de roideur, le moins de matiere, s'écarte plus dans l'air de la perpendiculaire du prisme. Celui qui est le plus fort, le plus dense, le plus vigoureux, s'en écarte le moins. Voyez-vous ces sept rayons qui viennent se briser les uns au-dessus des autres?

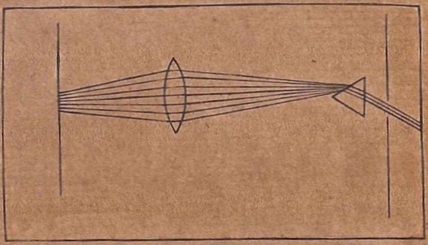


Chacun

Chacun d'eux peint ſur ce papier la couleur primitive qu'il porte en lui-même. Le premier rayon, qui s'écarte le moins de cette perpendicule du priſme, eſt couleur de feu; le ſecond orangé; le troiſième jaune; le quatrième verd; le cinquième bleu; le ſixième indigo. Enfin celui qui s'écarte davantage de la perpendicule, & qui s'éleve le dernier au-deſſus des autres, eſt le violet.

Un ſeul faiſceau de lumiere, qui auparavant faiſoit la couleur blanche, eſt donc un composé de ſept faiſceaux qui ont chacun leur couleur. L'aſſemblage de ſept rayons primordiaux fait donc le blanc. Anatomie de la lumiere.

Si vous en doutez encore, prenez un des verres lenticulaires de lunette, qui raſſemblent tous les rayons à leur foyer: expoſez ce verre au trou par lequel entre la lumiere; vous ne verrez jamais à ce foyer qu'un rond de blancheur. Expoſez ce même verre au point, où il pourra raſſembler tous les ſept rayons partis du priſme:



Il réunit, comme vous le voyez, ces ſept rayons dans ſon foyer. La couleur de ces ſept rayons réunis eſt blanche; donc il eſt démontré que la couleur de tous les rayons réunis eſt la blancheur. Le noir par conſéquent ſera le corps, qui ne reflechira point de rayons.

Couleurs dans les rayons primitifs.

Car, lorſqu'à l'aide du priſme vous avez ſéparé un de ces rayons primitifs, expoſez-le à un miroir, à un verre ardent, à un autre priſme, jamais il ne changera de couleur, jamais il ne ſe ſéparera en d'autres rayons. Porter en ſoi une telle couleur eſt ſon eſſence, rien ne peut plus l'altérer; & pour ſurabondance de preuve, prenez des fils

fils de ſoye de différentes couleurs ; expoſez un fil de ſoye bleue, par exemple, au rayon rouge, cette ſoye deviendra rouge. Mettez-la au rayon jaune, elle deviendra jaune : ainſi du reſte. Enfin ni réfraction, ni réflexion, ni aucun moyen imaginable, ne peut changer ce rayon primitif, ſemblable à l'or que le creuſet a éprouvé, & encore plus inaltérable.

Cette propriété de la lumiere, cette inégalité dans les réfractions de ſes rayons, eſt appellée par Neuton réfrangibilité. On s'eſt d'abord révolté contre le fait, & on l'a nié long-tems, parce que Mr. Mariote avoit manqué en France les expériences de Neuton. On aima mieux dire que Neuton s'étoit vanté d'avoir vu ce qu'il n'avoit point vu, que de penſer que Mariote ne s'y étoit pas bien pris pour voir, & qu'il n'avoit pas été aſſez heureux dans le choix des priſmes qu'il employa. Enſuite même, lorſque ces expériences ont été bien faites, & que la vérité s'eſt montrée à nos yeux, le préjugé a ſubſiſté encore au point, que dans pluſieurs Journaux & dans pluſieurs Livres faits depuis l'année 1730. on nie hardi-

Vaines objections contre ces découvertes.

ment ces mêmes expériences, que cependant on fait dans toute l'Europe. C'eſt ainſi qu'après la découverte de la circulation du ſang, on ſoutenoit encore des Thèſes contre cette vérité, & qu'on vouloit même rendre ridicules ceux qui expliquoient la découverte nouvelle en les appelant *Circulateurs*.

Enfin, quand on a été obligé de céder à l'évidence, on ne s'eſt pas rendu encore: on a vu le fait, & on a chicané ſur l'expreſſion: on s'eſt révolté contre le terme de réfrangibilité, auſſi-bien que contre celui d'attraction, de gravitation. Eh qu'importe le terme, pourvû qu'il indique une vérité? Quand Chriſtofle Colomb découvrit l'iſle Hiſpaniola, ne pouvoit-il pas lui impoſer le nom qu'il vouloit? Et n'appartient-il pas aux Inventeurs de nommer ce qu'ils créent, ou ce qu'ils découvrent? On s'eſt récrié, on a écrit, contre des mots que Neuton employe avec la précaution la plus ſage pour prévenir des erreurs.

Critiques encore plus vaines.

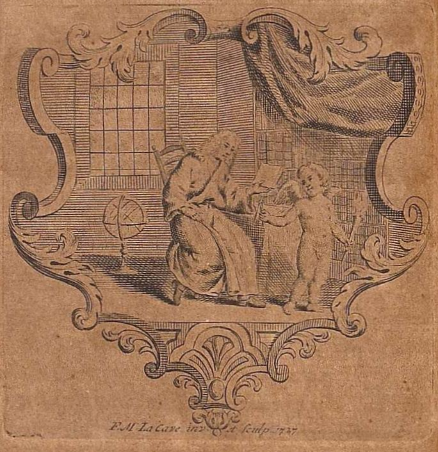
Il appelle ces rayons, rouges, jaunes, &c. des rayons *rubrifiques*, *jaunifiques*, c'eſt-à-dire,

dire, excitant la ſenſation de rouge, de jaune. Il vouloit par-là fermer la bouche à quiconque auroit l'ignorance, ou la mauvaiſe foi, de lui imputer qu'il croioit comme Ariſtote, que les couleurs ſont dans les choſes mêmes, dans ces rayons jaunes & rouges, & non dans notre ame. Il avoit raiſon de craindre cette accuſation. J'ai trouvé des hommes, d'ailleurs reſpectables, qui m'ont aſſûré que Neuton étoit Péripatéticien, qu'il penſoit que les rayons ſont colorez en effet eux-mêmes, comme on penſoit autrefois que le feu étoit chaud; mais ces mêmes Critiques m'ont aſſûré auſſi que Neuton étoit Athée. Il eſt vrai qu'ils n'avoient pas lu ſon Livre, mais ils en avoient entendu parler à des gens qui avoient écrit contre ſes expériences, ſans les avoir vues.

Ce qu'on écrivit d'abord de plus doux contre Neuton, c'eſt que ſon Syſtême eſt une Hypothèſe; mais qu'eſt-ce qu'une hypothèſe? Une ſuppoſition. En vérité, peut-on appeller du nom de ſuppoſition, des faits tant de fois démontrez? Eſt-ce par amour propre qu'on veut abſolument avoir l'honneur d'écrire contre un grand Homme?

Mais

Mais ne devroit-on pas être plus flatté d'en être le Disciple, que l'Adversaire? Est-ce parce qu'on est né en France qu'on rougit de recevoir la vérité des mains d'un Anglais? Ce sentiment seroit bien indigne d'un Philosophe. Il n'y a, pour quiconque pense, ni Français, ni Anglais: celui qui nous instruit est notre compatriote.



CHA-

CHAPITRE NEUV.

Où l'on indique la cauſe de la réfrangibilité, & où l'on trouve par cette cauſe, qu'il y a des Corps indiviſibles en Phyſique.

CETTE réfrangibilité, que nous venons de voir, étant attachée à la réfraction, doit avoir ſa ſource dans le même principe. La même cauſe doit préſider au jeu de tous ces reſſorts : c'eſt-là l'ordre de la Nature. Tous les Végétaux ſe nourriſſent par les mêmes loix ; tous les Animaux ont les mêmes principes de vie. Quelque choſe

chose qui arrive aux corps en mouvement, les loix du mouvement sont invariables. Nous avons déja vu que la réflection, la réfraction, l'inflexion de la lumiere, sont les effets d'un pouvoir qui n'est point l'impulsion (au moins connue): ce même pouvoir se fait sentir dans la réfrangibilité; ces rayons, qui s'écartent à des distances différentes, nous avertissent que le milieu, dans lequel ils passent, agit sur eux inégalement. Un faisceau de rayons est attiré dans le verre, mais ce faisceau de rayons est composé de masses inégales. Ces masses obéïssent donc inégalement à ce pouvoir par lequel le milieu agit sur elles. Le trait de lumiere le plus solide, le plus compact, doit résister le plus à ce pouvoir, doit être moins détourné de sa route, doit être le moins réfrangible. C'est ce que l'expérience confirme dans tous les milieux, & dans tous les cas. Le rayon rouge est toujours celui qui se détourne le moins de son chemin; le rayon violet est toujours celui qui s'en détourne le plus. Aussi le rayon rouge a-t-il le plus de substance, est-il le plus dur, le plus brillant, & fatigue-t-il la vûe davantage. Le violet qui de tous les rayons colorez repose le

Différences entre les rayons de la lumiere.

le plus la vûe eſt le plus réfrangible, & par conſéquent eſt compoſé de parties plus fines & moins gravitantes; & ne croyez pas que ce ſoit ici une ſimple conjecture, & qu'on devine au hazard, que la lumiere a de la peſanteur, & qu'un rayon peſe plus qu'un autre.

La lumiere eſt peſante.

Des expériences, faites par les mains les plus exercées & les plus habiles, nous apprennent que pluſieurs corps acquiérent du poids après avoir été long-tems imbibez de lumiere. Les particules de feu qui ont pénétré leur ſubſtance l'ont augmentée. Mais quand on révoqueroit en doute ces expériences, le feu eſt une matiere; donc il peſe, & la lumiere n'eſt autre choſe que du feu.

Il eſt évident qu'un rayon blanc peſe tous les rayons qui le compoſent. Or ſuppoſez, un moment, que ces rayons s'écartent tous également l'un de l'autre, alors il eſt évident, en ce cas, que le rayon rouge, étant ſept fois moins réfrangible que le rayon violet, doit avoir ſept fois plus de maſſe, & ſept fois plus de poids, que le rayon vio-

violet. Ainſi le rayon rouge peſant comme ſept; l'orangé ſuppoſé ici, comme ſix : le jaune ſuppoſé, comme cinq : le verd, comme quatre : le bleu, comme trois : le pourpre indigo, comme deux, & le violet, comme un : la ſomme de tous ces poids étant vingt-huit, & le blanc étant l'aſſemblage de tous ces poids, il eſt démontré qu'un rayon blanc, dans la ſuppoſition de ce calcul, peſe vingt-huit fois autant qu'un rayon violet; &, quel que ſoit le calcul, il eſt évident que le rayon blanc peſe beaucoup plus qu'aucun autre rayon, puiſqu'il les peſe tous enſemble.

Nous avons déja vu quelle doit être la petiteſſe prodigieuſe de ces rayons de lumiere, contenant en eux toutes les couleurs, qui viennent du Soleil pénétrer un pore de diamant. Une foule de rayons paſſe dans ce pore, & vient ſe réunir près de la ſurface intérieure d'une facette. De cette foule de traits de lumiere qui occupe un ſi petit eſpace, il n'y en a aucun qui ne contienne ſept traits primordiaux. Chacun de ces traits eſt encore lui-même un faiſceau de traits teints de ſa couleur. La rayon rouge

rouge est un assemblage d'un très-grand nombre de rayons rouges. Le violet est un assemblage de rayons violets. Si donc ce faisceau violet pese vingt-huit fois moins qu'un faisceau blanc, que sera-ce qu'un seul des traits de ce faisceau?

Considérons un de ces traits simples, qui différe d'un autre trait : par exemple, le plus mince trait rouge différe en tout du plus mince trait violet. Il faut que ses parties solides soient autant d'atomes parfaitement durs, lesquels composent son être. En effet, si les corps n'étoient pas composés de parties solides, dures, indivisibles, de véritables atomes : comment les espèces des corps pourroient-elles rester éternellement les mêmes ? Qui mettroit entre elles une différence si constante ? Ne faut-il pas que les parties qui font leur essence, soient assez dures, assez solides, assez unes, pour être toujours ce qu'elles sont ? Car comment est-ce que dans le germe d'un grain de bled seroient contenus tant de grains de bled, & rien autre chose, si la configuration des petites parties n'étoit pas toujours la même, si elle n'étoit pas toujours solide, in-

Atomes dont la lumiere est composée.

Les principes des corps sont des atomes.

indivisible : ce qui ne veut dire autre chose que toujours indivisée ? Dans l'œuf d'une mouche se trouvent des mouches à l'infini ; mais si ces petites parties qui contiennent tant de mouches n'étoient pas parfaitement dures, elles se briseroient certainement l'une contre l'autre, par le mouvement rapide où tout est dans la Nature. Elles se briseroient d'autant plus, que les petits corps ont plus de surface par rapport à leur grosseur. Cependant cet inconvénient n'arrive point : l'œuf d'une mouche produit toujours les mouches qu'il contenoit ; chaque semence, depuis l'Or jusques au grain de moutarde, reste éternellement la même. Donc il est à croire que chaque semence des choses est composée d'atomes toujours indivisés, qui font la substance de chaque chose : mais ce n'est pas assez d'indiquer cette grande Vérité à laquelle l'observation des rayons de la lumiere nous a conduits : il la faut démontrer : il faut prouver en rigueur qu'il y a nécessairement des atomes physiquement indivisibles ; & c'est ce que nous allons faire voir dans le Chapitre suivant.

CHA-

CHAPITRE DIXIE'ME.

Preuves qu'il y a des atomes indiviſibles, & que les parties ſimples de la lumiere ſont de ces atomes. Suite des découvertes.

VOUS avez déja compris quelle eſt l'extreme poroſité de tous les corps. L'eau meme qui n'eſt que dix-neuf fois moins peſante que l'or, paſſe pourtant entre les pores de l'or même, le plus ſolide des Métaux. Il n'y a aucun corps qui n'ait incomparablement plus de pores que de matiere: mais

ſuppoſons un cube qui même, ſi l'on veut, ait autant de matiere apparente que de pores : par cette ſuppoſition il n'aura donc réellement que la moitié de la matiere qu'il parait avoir ; mais chaque partie de ce corps étant dans le même cas, & perdant ainſi la moitié d'elle-même, ce cube ne ſera donc par cette deuxième opération que le quart de lui-même ; il n'y aura donc dans lui que le quart de la matiere qui ſemble y être. Diviſez ainſi chaque partie de chaque partie ; reſtera le huitième de matiere. Continuez toujours cette progreſſion jusqu'à l'infini, & faites paſſer votre diviſion par tous les ordres d'infini ; la fin de la progreſſion des pores ſera donc l'infini, & la fin de la diminution de la matiere ſera *zero*. Donc ſi l'on pouvoit phyſiquement diviſer la matiere à l'infini, il ſe trouveroit qu'il n'y auroit que des pores & point de matiere. Donc la matiere, telle qu'elle eſt, n'eſt pas réellement phyſiquement diviſible à l'infini : Donc il eſt démontré qu'il y a des atomes indiviſibles, c'eſt-à-dire, des atomes qui ne ſeront jamais diviſés, tant que durera la conſtitution préſente du Monde.

Preuve qu'il y a des atomes.

Pré-

Préfentons cette démonftration d'une maniere encore plus palpable. Je fuis arrivé par ma divifion aux deux derniers pores : il y a entre eux un corps, ou non : s'il n'y en a point, il n'y avoit donc point de matiere ; s'il y en a, ce corps eft donc fans pores. Je dis qu'il eft fans pores ; puifque je fuis arrivé aux derniers pores, cette particule de matiere eft donc réellement indivifible.

Au refte, que cette propofition ne vous paraiffe point contradictoire à la démonftration géométrique, qui vous prouve qu'une ligne eft divifible à l'infini.

La divifibilité de la matiere n'empêche point qu'il n'y ait des atomes.

Ces deux propofitions qui femblent fe détruire l'une l'autre, s'accordent très-bien enfemble. La Géométrie a pour objet les idées de notre efprit. Une ligne géométrique eft une ligne en idée, toujours divifible en idée, comme une unité numérique eft toujours réductible en autant d'unités qu'il me plaira d'en concevoir. Je puis divifer l'unité d'un pied, en cent milles milliaffes d'autres unités ; mais enfuite je

pourrai toujours confiderer ce pied comme une unité (*).

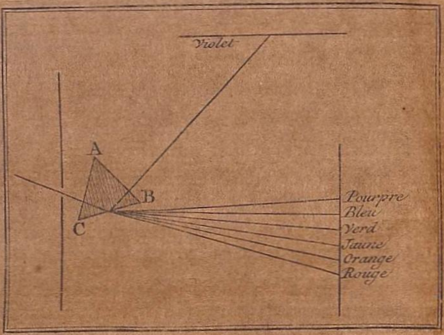
Les points fans ligne, les lignes fans furfaces, les furfaces fans folides, l'infini 1., l'infini 2., l'infini 3., font en effet les objets de propofitions certaines de la Géométrie ; mais il eft également certain que la Nature ne peut produire des furfaces, des lignes, des points fans folides. De même il eft indubitable qu'une ligne en Géométrie eft divifible à l'infini ; & il eft indubitable qu'il y a dans la Nature des corps indivifibles, c'eft-à-dire, des corps indivifés, des corps qui refteront tels, tant que la conftitution préfente des chofes fubfiftera.

Tenons

(*) Mr. de Malefieu, dans la Géométrie de Mr. le Duc de Bourgogne, n'a pas fait affez d'attention à cette vérité, p. 117. Il trouve de la contradiction où il n'y en a point. Il demande, comme une queftion infoluble, fi un pied de matiere eft une fubftance ou plufieurs ? C'eft une fubftance certainement, quand on le confidére comme un pied cube. Ce font dix fept cens vingt-huit fubftances, quand on le divife en pouces.

Tenons donc pour certain qu'il y a des atomes. Chaque partie conſtituante d'un rayon ſimple coloré, peut être conſidérée comme un atome ; chacun de ces atomes eſt peſant, c'eſt ſa différente attraction qui fait ſa différente réfrangibilité. Songeons que ces atomes les plus réfrangibles ſont auſſi les plus réflexibles, & qu'enfin puiſqu'ils ſont réfrangibles à raiſon de leur attraction vers le milieu le plus agiſſant, il faut bien qu'ils réflechiſſent auſſi en raiſon de cette attraction. Maintenant il eſt aiſé de connaitre que le rayon violet, par exemple, qui eſt le plus réfrangible, eſt toujours le premier qui ſe réflechit en ſortant du priſme qui a reçu tous les rayons. Mr. Neuton a fait cette expérience à l'aide de quatre priſmes avec une ſagacité & une induſtrie dignes de l'inventeur de tant de vérités.

Je donnerai ici la plus ſimple de ces expériences.



Expérience importante.

Ce prisme a envoyé sur ce papier ces sept couleurs : tournez ce prisme sur lui-même dans le sens A, B, C. vous aurez bien-tôt cet angle selon lequel toute lumiere se réflechira de dedans ce prisme au dehors, au lieu de passer sur ce papier ; si-tôt que vous commencez à approcher de cet angle, voilà tout d'un coup le rayon violet qui se détache de ce papier, & que vous voyez se porter au Plat-fond de la chambre. Après le violet, vient le pourpre ; après le pourpre,

pre, le bleu; enfin le rouge quitte le dernier ce papier où il eſt peint, pour venir à ſon tour ſe réflechir ſur le Plat-fond. Donc tout rayon eſt plus réflexible à meſure qu'il eſt plus réfrangible; donc la même cauſe opére la réflexion & la réfrangibilité.

Or la partie ſolide du verre ne fait ni cette réfrangibilité, ni cette réflexion; donc encore une fois ces proprietés ont leur naiſſance dans une autre cauſe que dans l'impulſion connue ſur la Terre. Il n'y a rien à dire contre ces expériences, il faut s'y ſoumettre, quelque rebelle que l'on ſoit à l'évidence.

On pourroit tirer des expériences même de Neuton de quoi faire quelques difficultés contre les loix qu'il établit. On pourroit lui dire, par exemple: Vous nous avez prouvé que l'impulſion d'aucun corps connu ne peut opérer le briſement de la lumiere, ni ſa réflexion, puiſqu'elle ſe briſe dans des pores & ſe réflechit dans du vuide: Vous nous avez dit qu'il y a un pouvoir dans la Nature qui fait tendre tous les corps les uns vers les autres, & en attendant que vous nous

Objection.

nous montriez, comme vous nous l'avez promis, les loix de ce pouvoir, nous concevons qu'en effet sa puissance doit agir sur toute la matiere, & que le plus petit des corps imaginables doit être soumis à cette puissance de même que le plus grand de tous les corps possibles: Vous nous avez dit qu'une des loix de ce pouvoir est d'agir sur tous les corps, selon leurs masses, & nous avouons que cela est bien vraisemblable; mais par vos propres expériences ne démentez-vous pas ce Systême? L'eau a beaucoup plus de masse que l'esprit de vin, que l'esprit de térébenthine: cependant elle attire moins un rayon de lumiere, la réfraction se fait moindre dans l'eau que dans l'esprit de vin; donc ce pouvoir de gravitation, d'attraction, n'agit pas comme vous le dites, selon la masse.

Réponse. Pourquoi les fluides moins pesants que l'eau attirent plus la lumiere.

Cette objection loin d'ébranler la vérité des découvertes nouvelles, la confirme en effet. Pour la résoudre clairement, considérons que tous les corps tendent vers le centre de la Terre, que tous tombent dans l'air avec une force proportionnée à leur masse; mais que si outre cette force on leur en applique

plique encore une autre, ils iront plus vîte qu'ils n'auroient été par leur propre poids. Tel est le cas des rayons de la lumiere entrant dans des corps déja remplis de particules inflammables, lesquelles ne sont que la lumiere elle-même retenue dans leurs pores.

Ces atomes de feu qui résident en effet dans certains corps sulphureux & transparens, augmentent la réfraction de la lumiere vers la ligne perpendiculaire, comme une nouvelle force qui lui est appliquée : il arrive alors ce qui arrive à un flambeau qui vient d'être éteint, & qui fume encore; il se rallume dès qu'il est à une certaine distance d'un autre flambeau allumé.

Il est tout naturel que les rayons de lumiere entrent aisément dans l'esprit sulphureux de térébenthine, comme la flamme dans la méche fumante d'un flambeau éteint; or une nouvelle cause jointe à la réfraction augmente nécessairement la réfraction.

De plus, la réaction est toujours égale à l'action : les corps sulphureux sont ceux sur lesquels le feu, qui n'est que la lumiere, agit

agit davantage ; donc ils doivent agir auſſi plus que les autres corps ſur la lumiere, la briſer, la réfracter davantage.

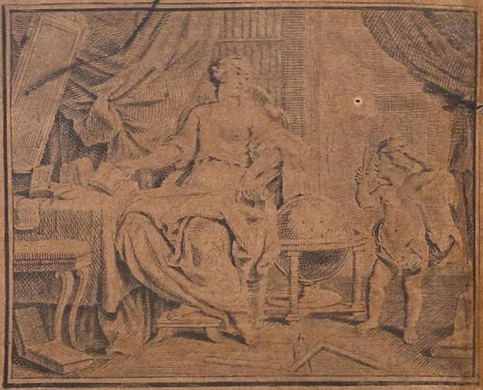
L'attraction n'entre pas dans tous les effets de la lumiere.

Remarquons ſur-tout ici que cette attraction inhérente dans la matiere ne s'étend pas à tout, n'opére pas tous les effets. Le myſtère de la lumiere réflechie du milieu des pores, & de deſſus les ſurfaces, ſans toucher aux ſurfaces, a des profondeurs que les loix de l'attraction ne peuvent ſonder : il n'y a qu'un Charlatan, qui ſe vante d'avoir un remede univerſel, & ce ſeroit être Charlatan en Philoſophie que de rapporter tout, ſans preuve, à la même cauſe ; cette même force d'eſprit qui a fait découvrir à Neuton le pouvoir de l'attraction, lui a fait avouer que ce pouvoir eſt bien loin d'être l'unique Agent de la Nature.

Il eſt bien vrai que le rayon le plus réfrangible étant le plus réflexible, c'eſt une preuve évidente que la même puiſſance opére la réflexion, la réfraction, & l'accélération de la chûte des rayons dans ce verre, &c. ; mais enfin la force de l'attraction ſemble n'avoir rien de commun avec d'autres phé-

phénomênes. Il y a sur-tout des vibrations de rayons, des jets alternatifs de la lumie-miere allant & venant sur les corps, que la gravitation n'expliqueroit pas; mais ces nouvelles difficultés, c'est Neuton lui-même qui les a créées. Non-seulement il a découvert des mystères que la gravitation développe; mais il en a trouvé qu'elle ne développe pas. Ces jets alternatifs de la réflexion de la lumiere sont un de ces Secrets de la Nature, dont il est bien étonnant que les yeux humains ayent pu s'appercevoir.

Nous parlerons de cette singularité en son lieu dans le Chapitre treizième; continuons à voir les effets de la réfrangibilité. L'Arc-en-Ciel est un de ces effets, & le plus considérable, nous allons l'expliquer dans le Chapitre qui suit.



CHAPITRE ONZIE'ME.

De l'Arc-en-Ciel; que ce Météore est une suite nécessaire des loix de la réfrangibilité.

Méca-nisme de l'Arc-en-Ciel inconnu à toute l'Antiquité.

L'Arc-en-Ciel, ou l'Iris, est une suite nécessaire des proprietés de la lumiere que nous venons d'observer. Nous n'avons rien, dans les Ecrits des Grecs, ni des Romains, ni des Arabes, qui puisse faire penser qu'ils connussent les raisons de ce phénomêne. Lucrèce n'en dit rien, & par toutes les absurdités qu'il débite au nom d'Epicure sur

ſur la lumiere & ſur la viſion, il parait que ſon Siècle, ſi poli d'ailleurs, étoit plongé dans une profonde ignorance en fait de Phyſique. On ſavoit qu'il faut qu'une nuée épaiſſe ſe réſolvant en pluye, ſoit expoſée aux rayons du Soleil, & que nos yeux ſe trouvent entre l'Aſtre & la nuée pour voir ce qu'on appelloit l'Iris, *mille trahit varios adverſo ſole colores*, mais voilà tout ce qu'on ſavoit ; perſonne n'imaginoit ni pourquoi une nuée donne des couleurs, ni comment la nature & l'ordre de ces couleurs ſont déterminés, ni pourquoi il y a deux Arcs-en Ciel l'un ſur l'autre, ni pourquoi on voit toujours ce phénomêne ſous la figure d'un demi-cercle.

Ignorance d'Albert le Grand.

Albert qu'on a ſurnommé *le Grand*, parce qu'il vivoit dans un Siècle où les hommes étoient bien petits, imagina que les couleurs de l'Arc-en-Ciel venoient d'une roſée qui eſt entre nous & la nuée, & que ces couleurs reçues ſur la nuée, nous étoient envoyées par elle. Vous remarquerez encore que cet *Albert le Grand*, croioit avec toute l'Ecole que la lumiere étoit un accident.

Enfin

L'Archevêque *Antonio de Dominis* est le premier qui ait expliqué l'Arc-en-Ciel.

Enfin le célèbre *Antonio de Dominis* Archevêque de Spalatro en Dalmatie, chaſſé de ſon Evêché par l'Inquiſition, écrivit vers l'an 1590. ſon petit Traité *De radiis Lucis & de Iride*, qui ne fut imprimé à Veniſe que vingt ans après. Il fut le premier qui fit voir que les rayons du Soleil réflechis de l'intérieur même des goûtes de pluye, formoient cette peinture qui parait en Arc, & qui sembloit un miracle inexplicable; il rendit le miracle naturel, ou plutôt il l'expliqua par de nouveaux prodiges de la Nature.

Sa découverte étoit d'autant plus ſinguliére, qu'il n'avoit d'ailleurs que des notions très-fauſſes de la maniere dont ſe fait la viſion. Il aſſûre dans ſon Livre que les images des objets ſont dans la prunelle, & qu'il ne ſe fait point de réfraction dans nos yeux: choſe aſſez ſinguliére pour un bon Philoſophe! Il avoit découvert les réfractions alors inconnues dans les goûtes de l'Arc-en-Ciel, & il nioit celles qui ſe font dans les humeurs de l'œil, qui commençoient à être démontrées; mais laiſſons ſes erreurs

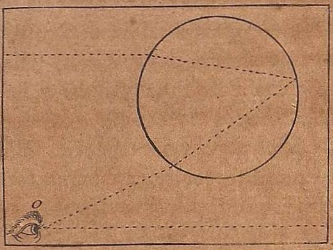
erreurs pour examiner la vérité qu'il a trouvée.

Il vit avec une ſagacité alors bien peu commune, que chaque rangée, chaque bande de goûtes de pluye qui forme l'Arc-en-Ciel, devoit renvoyer des rayons de lumiere ſous différens angles: il vit que la différence de ces angles devoit faire celle des couleurs: il ſut meſurer la grandeur de ces angles: il prit une boule d'un cryſtal bien tranſparent qu'il remplit d'eau; il la ſuſpendit à une certaine hauteur expoſée aux rayons du Soleil.

Son expérience.

Deſcartes qui a ſuivi Antonio de Dominis, qui l'a rectifié & ſurpaſſé en quelque choſe, & qui peut-être auroit du le citer, fit auſſi la même expérience. Quand cette boule eſt ſuſpendue à telle hauteur que le rayon de lumiere, qui donne du Soleil ſur la boule, fait ainſi avec le rayon allant de la boule à l'œil un angle de quarante-deux degrez deux ou trois minutes, cette boule donne toujours une couleur rouge.

Imitée par Deſcartes.



Quand cette boule eſt ſuſpendue un peu plus bas, & que ces angles ſont plus petits, les autres couleurs de l'Arc-en-Ciel paraiſſent ſucceſſivement de façon, que le plus grand angle, en ce cas, fait le rouge, & que le plus petit angle de 40 degrez 17 minutes forme le violet. C'eſt-là le fondement de la connaiſſance de l'Arc-en-Ciel ; mais ce n'en eſt encore que le fondement.

La réfrangibilité unique raiſon de l'Arc-en-Ciel.

La réfrangibilité ſeule rend raiſon de ce phénomêne ſi ordinaire, ſi peu connu, & dont très-peu de Commençans ont une idée nette ; tâchons de rendre la choſe ſenſible à tout le monde. Suſpendons une boule de cryſtal pleine d'eau, expoſée au Soleil : plaçons-nous entre le Soleil & elle ; pourquoi

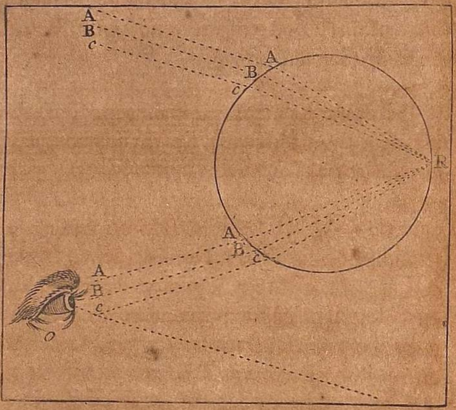
quoi cette boule m'envoye-t-elle des couleurs ? & pourquoi certaines couleurs ? Des masses de lumiere, des millions de faisceaux, tombent du Soleil sur cette boule : dans chacun de ces faisceaux il y a des traits primitifs, des rayons homogênes, plusieurs rouges, plusieurs jaunes, plusieurs verds, &c. tous se brisent à leur incidence dans la boule, chacun d'eux se brise différemment & selon l'espèce dont il est, & selon l'endroit dans lequel il entre.

Vous savez déja que les rayons rouges sont les moins réfrangibles ; les rayons rouges d'un certain faisceau déterminé iront donc se réunir dans un certain point déterminé au fond de la boule, tandis que les rayons bleus & pourpres du même faisceau iront ailleurs. Ces rayons rouges sortiront aussi de la boule en un endroit, & les verds, les bleus, les pourpres en un autre endroit. Ce n'est pas assez. Il faut examiner les points, où tombent ces rayons rouges en entrant dans cette boule & en sortant pour venir à votre œil.

Pour donner à ceci tout le degré de clarté nécessaire, concevons cette boule telle

qu'elle eſt en effet, un aſſemblage d'une infinité de ſurfaces planes; car le cercle étant composé d'une infinité de ~~courbes~~ II, la boule n'eſt qu'une infinité de ſurfaces.

II Droites infiniment petites



Des rayons rouges A, B, C. viennent parallèles du Soleil ſur ces trois petites ſurfaces. N'eſt-il pas vrai que chacun ſe briſe ſelon ſon degré d'incidence? N'eſt-il pas manifeſte que le rayon rouge A. tombe plus obli-

obliquement ſur ſa petite ſurface, que le rayon rouge B. ne tombe ſur la ſienne? Ainſi tous deux viennent au point R. par différens chemins.

Le rayon rouge C. tombant ſur ſa petite ſurface encore moins obliquement ſe rompt bien moins, & arrive auſſi au point R. en ne ſe briſant que très-peu.

Explication de ce phénomène.

J'ai donc déja trois rayons rouges, c'eſt-à-dire, trois faiſceaux de rayons rouges, qui aboutiſſent au même point R.

A ce point R. chacun fait un angle de réflexion égal à ſon angle d'incidence, chacun ſe briſe à ſon émergence de la boule, en s'éloignant de la perpendiculaire de la nouvelle petite ſurface qu'il rencontre, de même que chacun s'eſt rompu à ſon incidence en s'approchant de ſa perpendicule; donc tous reviennent parallèles, donc tous entrent dans l'œil, ſelon l'ouverture de l'angle propre aux rayons rouges.

S'il y a une quantité ſuffiſante de ces traits homogênes rouges pour ébranler le nerf optique,

tique, il eſt inconteſtable que vous ne devez avoir que la ſenſation de rouge.

Ce ſont ces rayons A, B, C. qu'on nomme rayons viſibles, rayons efficaces de cette goûte; car chaque goûte a ſes rayons viſibles.

Il y a des milliers d'autres rayons rouges, qui, venant ſur d'autres petites ſurfaces de la boule, plus haut & plus bas, n'aboutiſſent point en R, ou qui, tombés en ces mêmes ſurfaces à une autre obliquité, n'aboutiſſent point non plus en R.; ceux-là ſont perdus pour vous, ils viendront à un autre œil placé plus haut, ou plus bas.

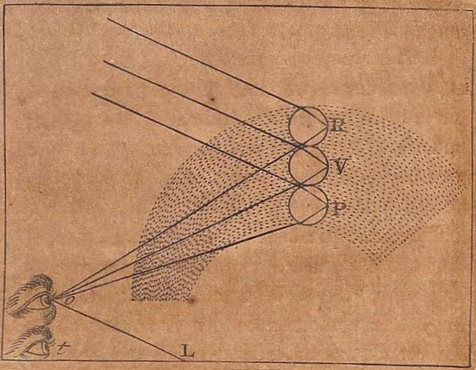
Des milliers de rayons orangés, verds, bleus, violets, ſont venus à la vérité avec les rouges viſibles ſur ces ſurfaces A, B, C.; mais vous ne pourrez les recevoir. Vous en ſavez la raiſon, c'eſt qu'ils ſont tous plus réfrangibles que les rouges: c'eſt qu'en entrant tous au même point, chacun prend dans la boule un chemin différent; tous rompus davantage, ils viennent au-deſſous du point R., ils ſe rompent auſſi

plus

plus que les rouges en ſortant de la boule. Ce même pouvoir qui les approchoit plus du perpendicule de chaque ſurface dans l'intérieur de la boule, les en écarte donc davantage à leur retour dans l'air : ils reviennent donc tous au-deſſous de votre œil; mais baiſſez la boule, vous rendez l'angle plus petit. Que cet angle ſoit de quarante degrez environ dix-ſept minutes, vous ne recevez que les objets violets.

Il n'y a perſonne qui ſur ce principe ne conçoive très-aiſément l'artifice de l'Arc-en-Ciel; imaginez pluſieurs rangées, pluſieurs bandes de goûtes de pluye, chaque goûte fait préciſément le même effet que cette boule.

Jettez les yeux ſur cet Arc, &, pour éviter la confuſion, ne conſiderez que trois rangées de goûtes de pluye, trois bandes colorées.



Il eſt viſible que l'angle P, O, L. eſt plus petit que l'angle V, O, L., & que l'angle R, O, L. eſt le plus grand des trois. Ce plus grand angle des trois eſt donc celui des rayons primitifs rouges : cet autre mitoyen eſt celui des primitifs verds ; ce plus petit P, O, L. eſt celui des primitifs pourpres. Donc vous devez voir l'Iris rouge dans ſon bord extérieur, verte dans ſon milieu, pourpre & violette dans ſa bande intérieure. Remarquez ſeulement que la derniére

niére couche violette eſt toujours teinte de la couleur blanchâtre de la nuée dans laquelle elle ſe perd.

Vous concevez donc aiſément que vous ne voyez ces goûtes que ſous les rayons efficaces parvenus à vos yeux après une réflexion & deux réfractions, & parvenus ſous des angles déterminés. Que votre œil change de place, qu'au lieu d'être en O. il ſoit en T. ce ne ſont plus les mêmes rayons que vous voyez: la bande qui vous donnoit du rouge vous donne alors de l'orangé, ou du verd, ainſi du reſte; & à chaque mouvement de tête vous voyez une Iris nouvelle.

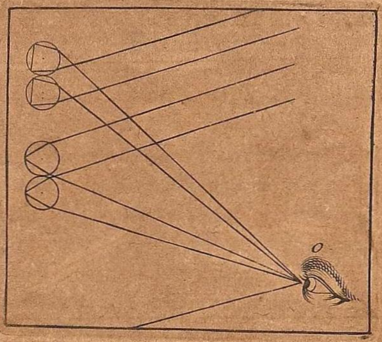
Ce premier Arc-en-Ciel bien conçu, vous aurez aiſément l'intelligence du ſecond que l'on voit d'ordinaire qui embraſſe ce premier, & qu'on appelle le faux Arc-en-Ciel, parce que ſes couleurs ſont moins vives, & qu'elles ſont dans un ordre renverſé.

Les deux Arcs-en-Ciel.

Pour que vous puiſſiez voir deux Arcs-en-Ciel, il ſuffit que la nuée ſoit aſſez étendue & aſſez épaiſſe. Cet Arc, qui ſe peint ſur le premier & qui l'embraſſe, eſt formé de

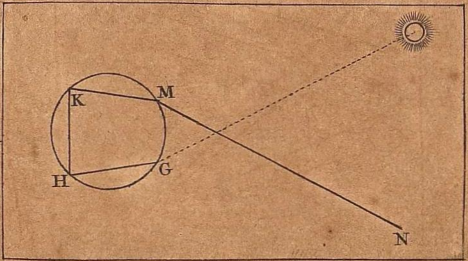
même par des rayons que le Soleil darde dans ces goûtes de pluye, qui s'y rompent, qui s'y réflechiſſent de façon, que chaque rangée des goûtes vous envoye auſſi des rayons primitifs ; cette goûte un rayon rouge, cette autre goûte un rayon violet.

Mais tout ſe fait dans ce grand Arc d'une maniere oppoſée à ce qui ſe paſſe dans le petit ; pourquoi cela ? C'eſt que votre œil qui reçoit les rayons efficaces du petit Arc venus du Soleil dans la partie ſupérieure des goûtes, reçoit au contraire les rayons du grand Arc venus par la partie baſſe des goûtes.



Vous

Vous appercevez que les goûtes d'eau du petit Arc reçoivent les rayons du Soleil par la partie ſupérieure, par le haut de chaque goûte ; les goûtes du grand Arc-en-Ciel au contraire reçoivent les rayons qui parviennent par leur partie baſſe. Rien ne vous ſera, je crois, plus facile que de concevoir comment les rayons ſe réflechiſſent deux fois dans les goûtes de ce grand Arc-en-Ciel, & comment ces rayons deux fois réfractés, & deux fois réflechis, vous donnent une Iris dans un ordre oppoſé à la premiere, & plus affaiblie de couleur. Vous venez de voir que les rayons entrent ainſi dans la petite partie baſſe des goûtes d'eau de cette Iris extérieure.

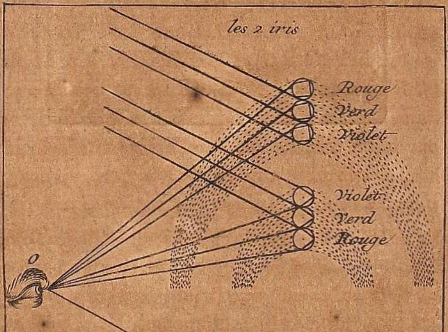


Une

Une maſſe de rayons ſe préſente à la ſurface de la goûte en G. là une partie de ces rayons ſe réfracte en dedans, & une autre s'éparpille en dehors; voilà déja une perte de rayons pour l'œil. La partie réfractée parvient en H. une moitié de cette partie s'échappe dans l'air en ſortant de la goûte, & eſt encore perdue pour vous. Le peu qui s'eſt conſervé dans la goûte, s'en va en K. là une partie s'échappe encore: troiſième diminution. Ce qui en eſt reſté en K. s'en va en M. & à cette émergence en M., une partie s'éparpille encore: quatrième diminution; & ce qui en reſte parvient enfin dans la ligne M, N. Voilà donc dans cette goûte autant de réfractions que dans les goûtes du petit Arc; mais il y a comme vous voyez deux réflexions au lieu d'une dans ce grand Arc. Il ſe perd donc le double de la lumiere dans ce grand Arc où la lumiere ſe réflechit deux fois, & il s'en perd la moitié moins dans le petit Arc intérieur, où les goûtes n'éprouvent qu'une réflexion. Il eſt donc démontré que l'Arc-en-Ciel extérieur doit toujours être de moitié plus faible en couleur que le petit Arc inté-

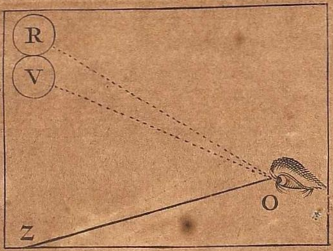
intérieur. Il eſt auſſi démontré par ce double chemin que font les rayons, qu'ils doivent parvenir à vos yeux dans un ſens oppoſé à celui du premier Arc, car votre œil eſt placé en O.

Dans cette place O. il reçoit les rayons les moins réfrangibles de la premiere bande extérieure du petit Arc, & il doit recevoir les plus réfrangibles de la premiere bande extérieure de ce ſecond Arc ; ces plus réfrangibles ſont les violets. Voici donc les deux Arcs-en-Ciel ici dans leur ordre, en ne mettant que trois couleurs pour éviter la confuſion.



Ce phénomêne vu toujours en demi-cercle.

Il ne reste plus qu'à voir pourquoi ces couleurs sont toujours apperçues sous une figure circulaire. Considérez cette ligne O, Z. qui passe par votre œil. Soient conçues se mouvoir ces deux boules toujours à égale distance de votre œil, elles décriront des bases de cones, dont la pointe sera toujours dans votre œil.

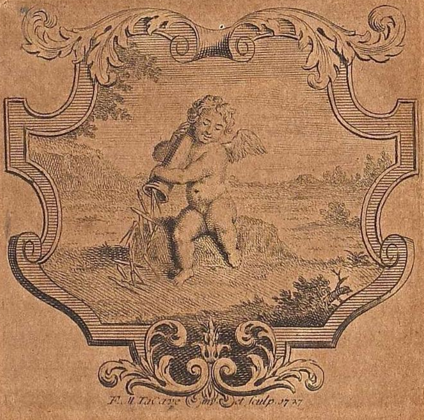


Concevez que le rayon de cette goûte d'eau R. venant à votre œil O. tourne autour de cette ligne O, Z. comme autour d'un axe, faisant toujours, par exemple, un angle avec votre œil de 42 degrez deux minutes; il est clair que cette goûte décrira un cercle qui vous paraitra rouge. Que cette

cette autre goûte V. ſoit conçue tourner de même, faiſant toujours un autre angle de quarante degrez dix-ſept minutes, elle formera un cercle violet ; toutes les goûtes qui ſeront dans ce plan formeront donc un cercle violet, & les goûtes qui ſont dans le plan de la goûte R. feront un cercle rouge. Vous verrez donc cette Iris comme un cercle, mais vous ne voyez pas tout un cercle ; parce que la Terre le coupe, vous ne voyez qu'un Arc, une portion de cercle.

La plûpart de ces vérités ne purent encore être apperçues ni par Antonio de Dominis, ni par Deſcartes : ils ne pouvoient ſavoir pourquoi ces différens angles donnoient différentes couleurs ; mais c'étoit beaucoup d'avoir trouvé l'Art. Les fineſſes de l'Art ſont rarement dues aux premiers inventeurs. Ne pouvant donc deviner que les couleurs dépendoient de la réfrangibilité des rayons, que chaque rayon contenoit en ſoi une couleur primitive, que la différente attraction de ces rayons faiſoit leur réfrangibilité, & opéroit ces écartemens qui font les différens angles, Deſcartes s'abandonna à ſon eſprit d'invention pour expliquer les couleurs de l'Arc-

l'Arc-en-Ciel. Il y employa le *tournoyement* imaginaire de ces globules & *cette tendance au tournoyement*; preuve de génie, mais preuve d'erreur. C'eſt ainſi que pour expliquer la *ſyſtole* & la *diaſtole* du cœur, il imagina un mouvement & une conformation dans ce viſcère, dont tous les Anatomiſtes ont reconnu la fauſſeté. Deſcartes auroit été le plus grand Philoſophe de la Terre, s'il eût moins inventé.



J. v. Schley fecit 1757.

CHAPITRE DOUZE.

Nouvelles découvertes sur la cause des couleurs qui confirment la doctrine précédente. Démonstration que les couleurs sont occasionnées par l'épaisseur des parties qui composent les corps.

PAr tout ce qui a été dit jusqu'à présent il résulte donc, que toutes les couleurs nous viennent du mélange des sept couleurs primordiales que l'Arc-en-Ciel & le prisme nous font voir distinctement.

Les corps les plus propres à réflechir des rayons rouges, & dont les parties absorbent ou laissent passer les autres rayons, seront rouges, & ainsi du reste. Cela ne veut pas dire que les parties de ces corps réflechissent en effet les rayons rouges; mais qu'il y a un pouvoir, une force jusqu'ici inconnue, qui réflechit ces rayons d'auprès des surfaces & du sein des pores des corps.

Connaissance plus approfondie de la formation des couleurs.

Les couleurs sont donc dans les rayons du Soleil, & rejaillissent à nous d'auprès des surfaces, & des pores & du vuide. Cherchons à présent en quoi consiste le pouvoir apparent des corps de nous réflechir ces couleurs, ce qui fait que l'écarlate parait rouge, que les Prés sont verds, qu'un Ciel pur est bleu; car dire que cela vient de la différence de leurs parties, c'est dire une chose vague qui n'apprend rien du tout.

Un divertissement d'enfant, qui semble n'avoir rien en soi que de méprisable, donna à Mr. Neuton la premiere idée de ces nouvelles vérités que nous allons expliquer.

Tout

Tout doit être pour un Philoſophe un ſujet de méditation, & rien n'eſt petit à ſes yeux. Il s'apperçut que dans ces bouteilles de Savon que font les Enfants, les couleurs changent de moment en moment, en comptant du haut de la boule à meſure que l'épaiſſeur de cette boule diminue, juſqu'à ce qu'enfin la peſanteur de l'eau & du ſavon qui tombe toujours au fond, rompe l'équilibre de cette ſphére legére, & la faſſe évanouïr. Il en préſuma que les couleurs pourroient bien dépendre de l'épaiſſeur des parties qui compoſent les ſurfaces des corps, & pour s'en aſſûrer il fit les expériences ſuivantes.

Grandes vérités tirées d'une expérience commune.

Que deux cryſtaux ſe touchent en un point: il n'importe qu'ils ſoient tous deux convexes; il ſuffit que le premier le ſoit, & qu'il ſoit poſé ſur l'autre en cette façon.

Expérience de Neuton.

Qu'on mette de l'eau entre ces deux verres pour rendre plus ſenſible l'expérience qui ſe fait auſſi dans l'air: qu'on preſſe un

peu ces verres l'un contre l'autre, une petite tache noire tranſparente parait au point du contact des deux verres : de ce point entouré d'un peu d'eau ſe forment des anneaux colorés dans le même ordre & de la même maniere que dans la bouteille de ſavon : enfin en meſurant le diamétre de ces anneaux & la convéxité du verre, Neuton détermina les différentes épaiſſeurs des parties d'eau qui donnoient ces différentes couleurs ; il calcula l'épaiſſeur néceſſaire à l'eau pour réflechir les rayons blancs : Cette épaiſſeur eſt d'environ quatre parties d'un pouce diviſé en un million, c'eſt-à-dire, quatre millionémes d'un pouce ; le bleu azur & les couleurs tirant ſur le violet dépendent d'une épaiſſeur beaucoup moindre. Ainſi les vapeurs les plus petites qui s'élevent de la Terre, & qui colorent l'air ſans nuages, étant d'une très-mince ſurface, produiſent ce bleu céleſte qui charme la vûe.

Les couleurs dépendent de l'épaiſſeur des parties des corps, ſans que ces parties réfléchiſſent elles-mêmes la lumiere.

D'autres expériences auſſi fines ont encore appuyé cette découverte, que c'eſt à l'épaiſſeur des ſurfaces que ſont attachées les couleurs.

Le

Le même corps qui étoit verd, quand il étoit un peu épais, eſt devenu bleu, quand il a été rendu aſſez mince pour ne réflechir que les rayons bleus, & pour laiſſer paſſer les autres. Ces vérités d'une recherche ſi délicate, & qui ſembloient ſe dérober à la vûe humaine, méritent bien d'être ſuivies de près; cette partie de la Philoſophie eſt un Microſcope avec lequel notre eſprit découvre des grandeurs infiniment petites.

Tous les corps font tranſparens, il n'y a qu'à les rendre aſſez minces, pour que les rayons ne trouvant qu'une lame, qu'une feuille à traverſer, paſſent à travers cette lame. Ainſi quand l'Or en feuilles eſt expoſé à un trou dans une chambre obſcure, il renvoye par ſa ſurface des rayons jaunes qui ne peuvent ſe tranſmettre à travers ſa ſubſtance, & il tranſmet dans la chambre obſcure des rayons verds, de ſorte que l'Or produit alors une couleur verte; nouvelle confirmation que les couleurs dépendent des différentes épaiſſeurs.

Tous les corps ſont transparens.

Une preuve encore plus forte, c'eſt que

Preuve que les couleurs dépendent des épaisseurs.

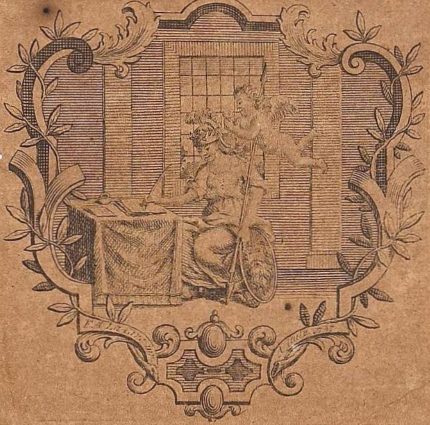
dans l'expérience de ce verre convexe-plan, touchant en un point ce verre convexe, l'eau n'eſt pas le ſeul élément qui dans des epaiſſeurs diverſes donne diverſes couleurs : l'air fait le même effet, ſeulement les anneaux colorés qu'il produit entre les deux verres, ont plus de diamétre que ceux de l'eau.

Il y a donc une proportion ſecrete établie par la Nature entre la force des parties conſtituantes de tous les corps & les rayons primitifs qui colorent les corps ; les lames les plus minces donneront les couleurs les plus faibles, & pour donner le noir il faudra juſtement la même épaiſſeur, ou plutôt la même ténuité, la même mincité, qu'en a la petite partie ſupérieure de la boule de ſavon, dans laquelle on appercevoit un petit point noir, ou bien la même ténuité qu'en a le point de contact du verre convexe & du verre plat, lequel contact produit auſſi une tache noire.

Sans que les parties ſolides renvoyent en effet la lumiere.

Mais encore une fois qu'on ne croye pas que les corps renvoyent la lumiere par leurs parties ſolides, ſur ce que les couleurs dépendent de l'épaiſſeur des parties : il y a un

un pouvoir attaché à cette épaiſſeur, un pouvoir qui agit auprès de la ſurface; mais ce n'eſt point du tout la ſurface ſolide qui repouſſe, qui réflechit. Cette vérité ſera encore plus viſiblement démontrée dans le chapitre ſuivant qu'elle n'a été prouvée juſqu'ici. Il me ſemble que le Lecteur doit être venu au point où rien ne doit plus le ſurprendre; mais ce qu'il vient de voir mene encore plus loin qu'on ne penſe, & tant de ſingularités ne ſont, pour ainſi dire, que les frontiéres d'un Nouveau Monde.



CHAPITRE TREIZE.

Suites de ces découvertes ; Action mutuelle des Corps sur la lumiere.

LA réfléxion de la lumiere, son infléxion, sa réfraction, sa réfrangibilité, étant connues, l'origine des couleurs étant découverte, & l'épaisseur même des corps nécessaire pour occasionner certaines couleurs étant déterminée : il nous reste encore à examiner deux propriétés de la lumiere non moins étonnantes & non moins nouvelles. La premiere de ces propriétés est ce

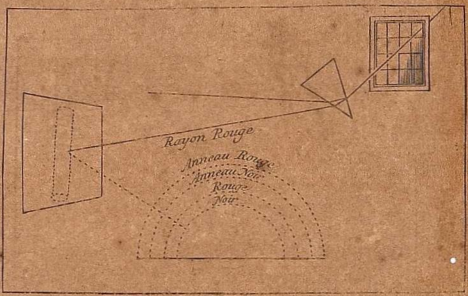
ce pouvoir même qui agit près des surfaces, c'est une action mutuelle de la lumiere sur les corps, & des corps sur la lumiere.

La seconde est un rapport qui se trouve entre les couleurs & les tons de la Musique, entre les Objets de la vûe & ceux de l'ouïe; nous allons rendre compte de ces deux espèces de miracles, & c'est par-là que nous finirons cette petite introduction à l'Optique de Neuton.

Vous avez vu que ces deux crystaux se touchant en un point, produisent des anneaux de couleurs différentes, rouges, bleus, verds, blancs, &c. Faites cette même épreuve dans une chambre obscure, où vous avez fait l'expérience du prisme exposé à la lumiere qui lui vient par un trou. Vous vous souvenez que dans cette expérience du prisme vous avez vu la décomposition de la lumiere & l'anatomie de ses rayons: vous placiez une feuille de papier blanc vis-à-vis ce prisme: ce papier recevoit les sept couleurs primitives, chacune dans leur ordre: maintenant exposez vos deux verres à tel rayon coloré qu'il vous plaira, réflechi de

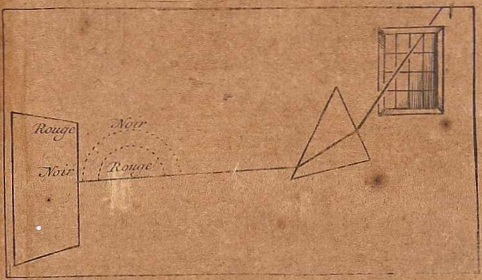
Expérience très-singuliére.

de ce papier, vous y verrez toujours entre ces verres ſe former des anneaux colorés; mais tous ces anneaux alors ſont de la couleur des rayons qui vous viennent du papier. Expoſez vos verres à la lumiere des rayons rouges, vous n'aurez entre vos verres que des anneaux rouges;



Mais ce qui doit ſurprendre, c'eſt qu'entre chacun de ces anneaux rouges il y a un anneau tout noir. Pour conſtater encore plus ce fait & les ſingularités qui y ſont attachées, préſentez vos deux verres, non plus au papier, mais au priſme, de façon que l'un des rayons qui s'échappent de ce priſme,

prisme, un rouge, par exemple, vienne à tomber sur ces verres, il ne se forme encore que des anneaux rouges entre les anneaux noirs; mettez derriére vos verres la feuille de papier blanc, chaque anneau noir produit sur cette feuille de papier un anneau rouge, & chaque anneau rouge, étant réflechi vers vous, produit du noir sur le papier.



Il résulte de cette expérience que l'air ou l'eau qui est entre vos verres, réflechit en un endroit la lumiere & en un autre endroit la laisse passer, la transmet. J'avoue que je ne peux assez admirer ici cette profondeur de recherche, cette sagacité plus qu'humaine, avec laquelle Neuton à poursuivi

ſuivi ces vérités ſi imperceptibles ; il a reconnu par les meſures & par le calcul ces étranges proportions-ci.

Au point de contact des deux verres, il ne ſe réflechit à vos yeux aucune lumiere: immédiatement après ce contact, la premiere petite lame d'air ou d'eau, qui touche à ce point noir, vous réflechit des rayons: la ſeconde lame eſt deux fois épaiſſe comme la premiere, & ne réflechit rien : la troiſième lame eſt triple en épaiſſeur de la premiere, & réflechit : la quatrième lame eſt quatre fois plus épaiſſe, & ne réflechit point: la cinquième eſt cinq fois plus épaiſſe, & tranſmet ; & la ſixième ſix fois plus épaiſſe, ne tranſmet rien.

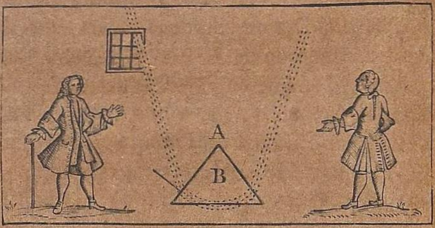
De ſorte que les anneaux noirs vont en cette progreſſion 0, 2, 4, 6, 8. & les anneaux lumineux & colorés en cette progreſſion, 1, 3, 5, 7, 9.

Conſéquences de ces expériences.

Ce qui ſe paſſe dans cette expérience arrive de même dans tous les corps, qui tous réflechiſſent une partie de la lumiere & en reçoivent dans leurs ſubſtances une autre partie.

partie. C'eſt donc encore une proprieté démontrée à l'eſprit & aux yeux, que les ſurfaces ſolides ne ſont point ce qui réflechit les rayons. Car ſi les ſurfaces ſolides réflechiſſoient en effet; 1°. le point où les deux verres ſe touchent réflechiroit & ne ſeroit point obſcur. 2°. Chaque partie ſolide qui vous donneroit une ſeule eſpèce de rayons devroit auſſi vous renvoyer toutes les eſpèces de rayons. 3°. Les parties ſolides ne tranſmettroient point la lumiere en un endroit & ne la réflechiroient pas en un autre endroit, car étant toutes ſolides toutes réflechiroient. 4°. Si les parties ſolides réflechiſſoient la lumiere, il ſeroit impoſſible de ſe voir dans un miroir, comme nous l'avons dit, puiſque le miroir étant ſillonné & raboteux, il ne pourroit renvoyer la lumiere d'une maniere réguliére. Il eſt donc indubitable qu'il y a un pouvoir agiſſant ſur les corps ſans toucher aux corps, & que ce pouvoir agit entre les corps & la lumiere. Enfin loin que la lumiere rebondiſſe ſur les corps mêmes & revienne à nous, il faut croire que la plus grande partie des rayons qui va choquer des parties ſolides y reſte, s'y perd, s'y éteint.

Ce pouvoir qui agit aux ſurfaces, agit d'une ſurface à l'autre : c'eſt principalement de la derniere ſurface ultérieure du corps tranſparent que les rayons rejailliſſent ; nous l'avons déja prouvé. C'eſt, par exemple, de ce point B. plus que de ce point A. que la lumiere eſt réflechie.



Action mutuelle des corps ſur la lumiere.

Il faut donc admettre un pouvoir lequel agit ſur les rayons de lumiere de-deſſus l'une de ces ſurfaces à l'autre, un pouvoir qui tranſmet & qui réflechit alternativement les rayons. Ce jeu de la lumiere & des corps n'étoit pas ſeulement ſoupçonné avant Neuton, il a compté pluſieurs milliers de ces vibrations alternatives, de ces jets tranſmis & reflechis. Cette action des corps ſur la lumiere, & de la lumiere ſur les corps, laiſſe

laiſſe encore bien des incertitudes dans la maniere de l'expliquer.

Celui qui a découvert ce myſtère n'a pu, dans le cours de ſa longue vie, faire aſſez d'expériences pour aſſigner la cauſe certaine de ces effets. Mais quand par ſes découvertes il ne nous auroit appris que des nouvelles proprietés de la matiere, ne ſeroit-ce pas déja un aſſez grand ſervice rendu à la Philoſophie ? Il a conjecturé que la lumiere émane du Soleil & des Corps lumineux par accès, par vibrations ; que de ces vibrations du Corps lumineux, la premiere opére une réflexion, la ſeconde une tranſmiſſion, & ainſi de ſuite à l'infini. Il avoit auſſi préparé des expériences, qui conduiſoient à faire voir en quoi ce jeu de la Nature tient au grand principe de l'attraction ; mais il n'a pas eu le tems d'achever ſes expériences. Il avoit conjecturé encore qu'il y a dans la Nature une matiere très-élaſtique & très-rare, qui devient d'autant moins rare qu'elle eſt plus éloignée des corps opaques : que les traits de lumiere excitent des vibrations dans cette matiere élaſtique : & il faut avouer, que cette

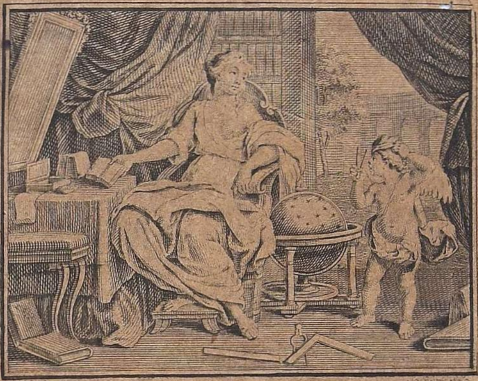
Conjectures de Neuton.

Mais il faut ſe défier de toute conjecture.

cette hypothèſe rendroit raiſon de preſque tous les myſtères de la lumiere, & ſur-tout de l'attraction & de la gravitation des corps; mais une hypothèſe, quand même elle rendroit raiſon preſque de tout, ne doit point être admiſe. Il ne ſuffit pas qu'un Syſtême ſoit poſſible pour mériter d'etre cru, il faut qu'il ſoit prouvé: ſi les Tourbillons de Deſcartes pouvoient ſe ſoutenir contre toutes les difficultés dont on les accable, il faudroit encore les rejetter, parce qu'ils ne ſeroient que poſſibles; ainſi nous ne ferons aucun fondement réel ſur les conjectures de Neuton même.

Si j'en parle, c'eſt plutôt pour faire connaitre l'hiſtoire de ſes penſées, que pour tirer la moindre induction de ſes idées que je regarde comme les rêves d'un grand Homme; il ne s'y arrête en aucune maniere, il s'eſt contenté des faits, ſans rien oſer déterminer ſur les cauſes. Paſſons à l'autre découverte, ſur le rapport qui exiſte entre les raïons de la lumiere & les tons de la Muſique.

CHA-



CHAPITRE QUATORZE.

Du rapport des ſept couleurs primitives avec les ſept tons de la Muſique.

VOus ſavez que très-long-tems avant Deſcartes on s'étoit apperçu, qu'un priſme expoſé au Soleil donne les couleurs de l'Arc-en-Ciel: on avoit vu ſouvent ces couleurs ſe peindre ſur un linge, ou ſur un papier blanc, dans un ordre qui eſt toujours le même: bien-tôt on alla, d'expérien-

rience en expérience, jusqu'à mesurer l'espace qu'occupe chacune de ces couleurs; enfin on s'est apperçu que ces espaces sont entre eux les mêmes que ceux des longueurs d'une corde, qui donne les sept tons de la Musique.

Chose très-remarquable dans Kirker.

J'avois toujours entendu dire, que c'étoit dans Kirker, que Neuton avoit puisé cette découverte de l'analogie de la lumiere & du son. Kirker en effet dans son *Ars Magna Lucis & Umbræ*, & dans d'autres Livres encore, appelle le *Son* le Singe de la lumiere. Quelques personnes en inféroient, que Kirker avoit connu ces rapports; mais il est bon, de peur de méprise, de mettre ici sous les yeux ce que dit Kirker, page 146. & suivantes. „ Ceux, „ dit-il, qui ont une voix haute & forte „ tiennent de la nature de l'Ane: ils sont „ indiscrets & pétulans, comme on sait „ que sont les Anes; & cette voix ressem- „ ble à la couleur noire. Ceux dont la „ voix est grave d'abord, & ensuite aigue, „ tiennent du Bœuf; ils sont, comme lui, „ tristes & coléres, & leur voix répond „ au bleu céleste ".

Il

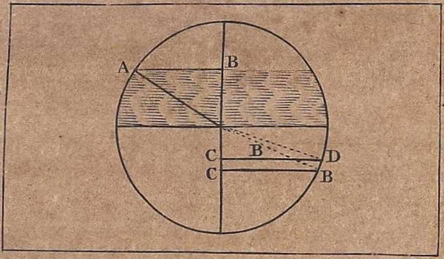
Il a grand ſoin de fortifier ces belles découvertes du témoignage d'Ariſtote. C'eſt-là tout ce que nous apprend le Pere Kirker, d'ailleurs l'un des plus grands Mathématiciens & des plus ſavans hommes de ſon tems; & c'eſt ainſi, à-peu-près, que tous ceux qui n'étoient que Savans, raiſonnoient alors. Voyons comment Neuton a raiſonné.

Il y a, comme vous ſavez, dans un ſeul rayon de lumiere ſept principaux rayons, qui ont chacun leur réfrangibilité: chacun de ces rayons a ſon ſinus, chacun de ces ſinus a ſa proportion avec le ſinus commun d'incidence; obſervez ce qui ſe paſſe dans ces ſept traits primordiaux, qui s'échappent en s'écartant dans l'air.

Maniere de connaitre les proportions des couleurs primitives de la lumiere.

Il ne s'agit pas ici de conſidérer que dans ce verre même tous ces traits ſont écartés, & que chacun de ces traits y prend un ſinus différent: il faut regarder cet aſſemblage de rayons dans le verre comme un ſeul rayon, qui n'a que ce ſi-

nus commun A, B : mais à l'émergence de ce cryſtal chacun de ces traits s'écartant ſenſiblement prend chacun ſon ſinus différent ; celui du rouge, (rayon le moins réfrangible,) eſt cette ligne C, B. celui du violet, (rayon le plus réfrangible,) eſt cette ligne C, B, D.



Ces proportions poſées, voions quel eſt ce rapport, auſſi exact que ſingulier, entre les couleurs & la Muſique. Que le ſinus d'incidence du faiſceau blanc de rayons, ſoit au ſinus d'émergence du rayon rouge, comme cette ligne A, B, eſt à la ligne A, B, C.

Sinus

Sinus donné dans le verre

A ———————— B

Sinus donné dans l'air

A ———————— B ——— C.

Que ce même ſinus A, B, d'incidence commune ſoit au ſinus de réfraction du rayon violet, comme la ligne A, B, eſt à la ligne A, B, C, D.

A ———————— B

A ———————— B ——— C —— D.

Vous voyez que le point C eſt le terme de la plus petite réfrangibilité, & D le terme de la plus grande; la petite ligne C, D, contient donc tous les degrés de réfrangibilité des ſept rayons. Doublez maintenant C, D, ci-deſſus, en ſorte que I, en devienne le milieu, comme ci-deſſous.

A ———————— I C H G F E B D.

Alors la longueur depuis A en C fait le

rouge : la longueur de A en H, fait l'orangé : de A en G, le jaune : de A en F, le verd : de A en E, le bleu : de A en B, le pourpre ; de A en D, le violet. Or ces espaces sont tels que chaque rayon peut bien être réfracté, un peu plus ou moins, dans chacun de ces espaces, mais jamais il ne sortira de cet espace qui lui est prescrit : le rayon violet se jouera toujours entre B & D : le rayon rouge entre C & I, ainsi du reste ; le tout en telle proportion que si vous divisez cette longueur depuis I jusqu'à D, en trois cens soixante parties, chaque rayon aura pour soi les dimensions que vous voyez dans la grande figure ci-jointe.

Analogie des tons de la Musique & des couleurs.

Ces proportions sont précisément les mêmes que celles des tons de la Musique : la longueur de la corde qui étant pincée fera *Re*, est à la corde, qui donnera l'octave de *Re*, comme la ligne A, I, qui donne le rouge en I, est à la ligne A, D, qui donne le violet en D ; ainsi les espaces qui marquent les couleurs, dans cette figure, marquent aussi les tons de la Musique.

La plus grande réfrangibilité du violet répond à *Re* : la plus grande réfrangibilité du pour-

Table des couleurs & des tons de la Musique.

A   C   H   G   F   E   B   D

Rouge	Orange	Jaune	Verd	Bleu	Pourpre	Violet	
se joüe de ce demi-cercle en C	de C en H	de H en G	de G en F	de F en E	de E en B	de B en D	
45	27	48	60	60	40	80	= 360.
$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{8}{9}$	1
re	ut	si	la	sol	fa	mi	re
la plus grande refrangibilité du rouge répond à ut	celle de l'orange à si	celle du jaune à la	celle du verd à sol	celle du bleu à fa	celle du pourpre à mi	celle du violet à re	

pourpre répond à *Mi*: celle du bleu répond à *Fa*: celle du verd à *Sol*: celle du jaune à *La*: celle de l'orangé à *Si*: celle du rouge à l'*Ut*; & enfin la plus petite réfrangibilité du rouge ſe rapporte à *Re*, qui eſt l'octave ſupérieure. Le ton le plus grave répond ainſi au violet, & le ton le plus aigu répond au rouge. On peut ſe former une idée complette de toutes ces proprietés, en jettant les yeux ſur la Table que j'ai dreſſée, & que vous devez trouver à côté.

Il y a encore un autre rapport entre les ſons & les couleurs, c'eſt que les rayons les plus diſtants (les violets & les rouges) viennent à nos yeux en même-tems, & que les ſons les plus diſtants (les plus graves & les plus aigus) viennent auſſi à nos oreilles en même-tems. Cela ne veut pas dire, que nous voyons & que nous entendons en même-tems à la même diſtance; car la lumiere ſe fait ſentir ſix cens mille fois plus vîte, au moins, que le ſon; mais cela veut dire, que les rayons bleus, par exemple, ne viennent pas du Soleil à nos yeux, plutôt que les rayons rouges, de même que le ſon de

la note *Si*, ne vient pas à nos oreilles, plutôt que le ſon de la note *Re*.

Cette analogie ſecrete entre la lumiere & le ſon, donne lieu de ſoupçonner, que toutes les choſes de la Nature ont des rapports cachés, que peut-être on découvrira quelque jour. Il eſt déja certain qu'il y a un rapport entre le *Toucher* & la *Vûe*, puiſque les couleurs dépendent de la configuration des parties; on prétend même qu'il y a eu des Aveugles nés, qui diſtinguoient au toucher la différence du noir, du blanc, & de quelques autres couleurs.

Idée d'un Claveſſin oculaire.

Un Philoſophe ingénieux a voulu pouſſer ce rapport des Sens & de la lumiere peut-être plus loin qu'il ne ſemble permis aux hommes d'aller. Il a imaginé un Claveſſin oculaire, qui doit faire paraitre ſucceſſivement des couleurs harmoniques, comme nos Claveſſins nous font entendre des ſons: il y a travaillé de ſes mains, il prétend enfin qu'on joueroit des airs aux yeux. On ne peut que remercier un homme qui cherche à donner aux autres de nouveaux Arts & de nouveaux plaiſirs. Il y a eu des Pays,

où le Public l'auroit récompensé. Il eſt à ſouhaiter ſans doute, que cette invention ne ſoit pas, comme tant d'autres, un effort ingénieux & inutile: ce paſſage rapide de pluſieurs couleurs devant les yeux ſemble peut-être devoir étonner, éblouïr, & fatiguer la vûe; nos yeux veulent peut-être du repos, pour jouïr de l'agrément des couleurs. Ce n'eſt pas aſſez de nous propoſer un plaiſir, il faut que la Nature nous ait rendus capables de recevoir ce plaiſir: c'eſt à l'expérience ſeule à juſtifier cette invention. En attendant il me parait que tout eſprit équitable ne peut que louer l'effort & le génie de celui qui cherche à agrandir la carriére des Arts & de la Nature.

Nous ne pouſſerons pas plus loin cette Introduction ſur la lumiere, peut-être en avons nous trop dit dans de ſimples Elémens; mais la plûpart de ces vérités ſont nouvelles pour bien des Lecteurs. Avant que de paſſer à l'autre partie de la Philoſophie, ſouvenons-nous, que la Théorie de la lumiere a quelque choſe de commun avec la Théorie de l'Univers dans laquelle nous allons entrer. Cette Théorie eſt, qu'il y a une

Toute cette Théorie de la lumiere a rapport avec la Théorie de l'Univers.

a une eſpèce d'attraction marquée entre les corps & la lumiere, comme nous en allons obſerver une entre tous les Globes de notre Univers: ces attractions ſe manifeſtent par différens effets ; mais enfin c'eſt toujours une tendance des corps, ſans qu'il paraiſſe aucune impulſion.

Parmi tant de proprietés de la matiere telle que ces accès de tranſmiſſion & de réflexion des traits de lumiere, cette répulſion que la lumiere éprouve dans le vuide, dans les pores des corps, & ſur les ſurfaces des corps; parmi ces proprietés, dis-je, il faut ſur-tout faire attention à ce pouvoir par lequel les rayons ſont réflechis & rompus, à cette force par laquelle les corps agiſſent ſur la lumiere & la lumiere ſur eux, ſans même les toucher. Ces découvertes doivent au moins ſervir à nous rendre extrêmement circonſpects dans nos déciſions ſur la nature & l'eſſence des choſes. Songeons que nous ne connaiſſons rien du tout que par l'expérience. Sans le toucher nous n'aurions point d'idée de l'étendue des corps: ſans les yeux, nous n'aurions pu deviner la lumiere : ſi nous n'avions

La matiere a plus de proprietés qu'on ne penſe.

vions jamais éprouvé de mouvement, nous n'aurions jamais cru la matiere mobile; un très-petit nombre de ſens que Dieu nous a donnés, ſert à nous découvrir un très-petit nombre de proprietés de la matiere. Le raiſonnement ſupplée aux ſens qui nous manquent, & nous apprend encore que la matiere a d'autres attributs, comme l'attraction, la gravitation; elle en a probablement beaucoup d'autres qui tiennent à ſa nature, & dont peut-être un jour la Philoſophie donnera quelques idées aux hommes.

CHA-

CHAPITRE QUINZE.

Premieres idées touchant la pesanteur & les loix de la gravitation : Que la matiere subtile, les tourbillons & le plein doivent être rejettés.

UN Lecteur sage qui aura vu avec attention ces merveilles de la lumiere, convaincu par l'expérience qu'aucune impulsion connue ne les opére, sera sans doute impatient d'observer cette puissance nouvelle dont nous avons parlé sous le nom d'attraction, qui doit agir sur tous les autres

tres corps plus ſenſiblement que ſur celui de la lumiere. Que les noms encore une fois ne nous effarouchent point ; examinons ſimplement les faits.

Je me ſervirai toujours indifféremment des termes d'*attraction* & de *gravitation* en parlant des corps, ſoit qu'il tendent ſenſiblement les uns vers les autres, ſoit qu'ils tournent dans des orbes immenſes, autour d'un contre commun, ſoit qu'ils tombent ſur la Terre, ſoit qu'ils s'uniſſent pour compoſer des corps ſolides, ſoit qu'ils s'arondiſſent en goutes pour former des liquides. Entrons en matiere.

Attraction.

Tous les corps connus peſent, & il y a long-tems que la legéreté ſpécifique a été comptée parmi les erreurs reconnues d'Ariſtote & de ſes Sectateurs.

Depuis que la fameuſe Machine pneumatique fut inventée, on a été plus à portée de connoître la peſanteur des corps, car lorſqu'ils tombent dans l'air, les parties de l'air retardent ſenſiblement la chûte de ceux qui ont beaucoup de ſurface & peu de volume ; mais dans cette Machine privée

d'air, les corps abandonnés à la force, telle qu'elle ſoit, qui les précipite ſans obſtacle, tombent ſelon tout leur poids.

La Machine pneumatique inventée par Ottoguerike, fut bien-tôt perfectionnée par Boyle; on fit enſuite des récipiens de verre beaucoup plus longs, qui furent entiérement purgés d'air. Dans un de ces longs récipiens compoſé de quatre tubes, le tout enſemble aïant huit pieds de hauteur, on ſuſpendit en haut, par un reſſort, des piéces d'or, des morceaux de papier, des plumes; il s'agiſſoit de ſavoir ce qui arriveroit, quand on détendroit le reſſort. Les bons Philoſophes prévoioient, que tout cela tomberoit en même-tems: le plus grand nombre aſſûroit que les corps les plus maſſifs tomberoient bien plus vîte que les autres; ce grand nombre, qui ſe trompe preſque toujours, fut bien étonné, quand il vit dans toutes les expériences, l'or, le plomb, le papier & la plume tomber également vîte, & arriver au fond du récipient en même-tems.

Expérience qui démontre le vuide & les effets de la gravitation.

Ceux qui tenoient encore pour le *Plein*

de

de Descartes, & pour les prétendus effets de la matiere subtile, ne pouvoient rendre aucune bonne raison de ce fait; car les faits étoient leurs écuëils. Si tout étoit plein, quand on leur accorderoit qu'il pût y avoir alors du mouvement, (ce qui est absolument impossible) au moins cette prétendue matiere subtile rempliroit éxactement tout le récipient: elle y seroit en aussi grande quantité que de l'eau, ou du mercure, qu'on y auroit mis: elle s'opposeroit au moins à cette descente si rapide des corps: elle résisteroit à ce large morceau de papier, selon la surface de ce papier, & laisseroit tomber la balle d'or ou de plomb beaucoup plus vîte, mais cette chûte se fait au même instant; donc il n'y a rien dans le récipient qui résiste; donc cette prétendue matiere subtile ne peut faire aucun effet sensible dans ce récipient; donc il y a une autre force qui fait la pesanteur.

En vain diroit-on qu'il est possible qu'il reste une matiere subtile dans ce récipient, puisque la lumiere le pénétre; il y a bien de la différence. La lumiere qui est dans ce Vase de verre, n'en occupe

certainement pas la cent-millième partie; mais selon les Cartésiens, il faut que leur matiere imaginaire remplisse bien plus éxactement le récipent, que si je le supposois rempli d'or, car il y a beaucoup de vuide dans l'or, & ils n'en admettent point dans leur matiere subtile.

La pesanteur agit en raison des masses.

Or par cette expérience la pièce d'or, qui pese cent-mille fois plus que le morceau de papier, est descendue aussi vîte que le papier; donc la force, qui l'a fait descendre, a agi cent mille fois plus sur lui que sur le papier; de même qu'il faudra cent fois plus de force à mon bras pour remuer cent livres, que pour remuer une livre; donc cette puissance qui opére la gravitation, agit en raison directe de la masse des corps. Elle agit en effet tellement selon la masse des corps, non selon les surfaces, qu'une livre d'or réduite en poudre pesera précisément comme cette même livre en feuille. La figure des corps ne change ici en rien leur gravité; ce pouvoir de gravitation agit donc sur la nature interne des corps, & non en raison des superficies.

Ce

D'où vient ce pouvoir de pesanteur.

Ce pouvoir ne réside point dans la prétendue matiere subtile, dont nous parlerons au Chapitre 16., cette matiere seroit un fluide. Tout fluide agit sur les solides en raison de leurs superficies ; ainsi le Vaisseau présentant moins de surface par sa proue, fend la Mer qui résisteroit à ses flancs. Or quand la superficie d'un corps est le quarré de son diametre, la solidité de ce corps est le cube de ce même diametre : le même pouvoir ne peut agir à la fois en raison du cube & du quarré ; donc la pesanteur, la gravitation n'est point l'effet de ce fluide. De plus, il est impossible que cette prétendue matiere subtile ait d'un côté assez de force, pour précipiter un corps de 54000 pieds de haut en une minute, (car telle est la chûte des corps) & que de l'autre elle soit assez impuissante, pour ne pouvoir empêcher le pendule du bois le plus leger de remonter de vibration en vibration dans la Machine pneumatique, dont cette matiere imaginaire est supposée remplir exactement tout l'espace.

Je ne craindrai donc point d'affirmer que, si l'on découvroit jamais une impulsion, qui fût la cause de la pesanteur des corps vers un centre, en un mot la cause de la gravitation, de l'attraction, cette impulsion seroit d'une toute autre nature qu'est celle que nous connoissons.

Voilà donc une premiere vérité déja indiquée ailleurs, & prouvée ici : il y a un pouvoir qui fait graviter tous les corps en raison directe de leur masse.

Pourquoi un corps pese plus qu'un autre.

Si l'on cherche actuellement pourquoi un corps est plus pesant qu'un autre, on en trouvera aisément l'unique raison : on jugera que ce corps doit avoir plus de masse, plus de matiere sous une même étendue ; ainsi l'or pese plus que le bois, parce qu'il y a dans l'or bien plus de matiere & moins de vuide que dans le bois.

Le Systême de Descartes ne peut en rendre raison

Descartes & ses Sectateurs soutiennent qu'un corps est plus pesant qu'un autre sans avoir plus de matiere : non contents de cette idée, ils la soutiennent par une autre

autre auſſi peu vraie : ils admettent un grand tourbillon de matiere ſubtile autour de notre Globe ; & c'eſt ce grand tourbillon, diſent-ils, qui en circulant chaſſe tous les corps vers le centre de la Terre, & leur fait éprouver ce que nous appellons peſanteur.

Il eſt vrai qu'ils n'ont donné aucune preuve de cette aſſertion : il n'y a pas la moindre expérience, pas la moindre analogie dans les choſes que nous connoiſſons un peu, qui puiſſe fonder une préſomption legére en faveur de ce tourbillon de matiere ſubtile ; ainſi de cela ſeul que ce Syſtême eſt une pure hipothèſe, il doit être rejetté. C'eſt cependant par cela ſeul qu'il a été accrédité. On concevoit ce tourbillon ſans effort, on donnoit une explication vague des choſes en prononçant ce mot de matiere ſubtile ; & quand les Philoſophes ſentoient les contradictions & les abſurdités attachées à ce Roman Philoſophique, ils ſongeoient à le corriger plutôt qu'à l'abandonner.

Hugens & tant d'autres y ont fait mille corrections, dont ils avouoient eux-mêmes l'inſuffiſance ; mais que mettrons-nous à la

place des tourbillons & de la matiere ſubtile? Ce raiſonnement trop ordinaire eſt celui qui affermit le plus les hommes dans l'erreur & dans le mauvais parti. Il faut abandonner ce que l'on voit faux & inſoutenable, auſſi-bien quand on n'a rien à lui ſubſtituer, que quand on auroit les démonſtrations d'Euclide à mettre à la place. Une erreur n'eſt ni plus ni moins erreur, ſoit qu'on la remplace ou non par des vérités; devrois-je admettre l'horreur du vuide dans une pompe, parce que je ne ſaurois pas encore par quel méchaniſme l'eau monte dans cette pompe?

Commençons donc, avant que d'aller plus loin, par prouver que les tourbillons de matiere ſubtile n'exiſtent pas: que le *Plein* n'eſt pas moins chimérique; qu'ainſi tout ce Syſtéme, fondé ſur ces imaginations, n'eſt qu'un Roman ingénieux ſans vraiſemblance. Voyons ce que c'eſt que ces tourbillons imaginaires, & examinons enſuite ſi le *Plein* eſt poſſible.

CHA-

CHAPITRE SEIZE.

Que les tourbillons de Descartes & le Plein sont impossibles, & que par conséquent il y a une autre cause de la pesanteur.

DESCARTES suppose un amas immense de particules insensibles, qui emporte la Terre d'un mouvement rapide d'Occident en Orient, & qui d'un Pole à l'autre se meut parallèlement à l'Equateur; ce tourbillon qui s'étend au-delà de la Lu-

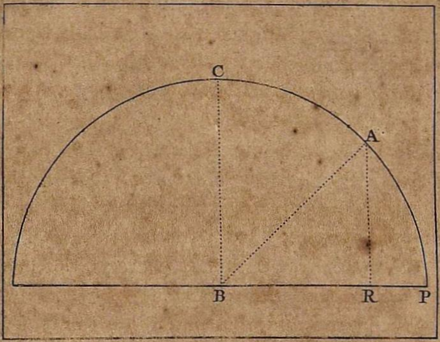
ne, & qui entraîne la Lune dans ſon cours, eſt lui-même enchaſſé dans un autre tourbillon plus vaſte encore, qui touche à un autre tourbillon ſans ſe confondre avec lui, &c.

Preuve de l'impoſſibilité des tourbillons.

1°. Si cela étoit, le tourbillon qui eſt ſuppoſé ſe mouvoir autour de la Terre d'Occident en Orient, devroit chaſſer les corps ſur la Terre d'Occident en Orient: or les corps en tombant décrivent tous une ligne, qui étant prolongée paſſeroit, à-peu-près, par le centre de la Terre; donc ce tourbillon n'exiſte pas.

2°. Si les cercles de ce prétendu tourbillon ſe meuvent & agiſſent parallèlement à l'Equateur, tous les corps devroient tomber chacun perpendiculairement ſous le cercle de cette matiere ſubtile auquel il répond: un corps en A. près du Pole P. devroit, ſelon Deſcartes, tomber en R.

Mais



Mais il tombe à-peu-près ſelon la ligne A, B. ce qui fait une différence d'environ 1400 lieues ; car on peut compter 1400 lieues communes de France du point R à l'Equateur de la Terre B. ; donc ce tourbillon n'éxiſte pas.

30. Si ce tourbillon de matiere autour de la Terre, & ces autres prétendus tourbillons autour de Jupiter & de Saturne, &c. éxiſtoient, tous ces tourbillons immenſes de matiere ſubtile, roulant ſi rapidement dans des directions différentes, ne pourroient jamais laiſſer venir à nous, en ligne droite, un rayon de lumiere dardé d'une Etoile.

Etoile. Il eſt prouvé que ces rayons arrivent en très-peu de tems par rapport au chemin immenſe qu'ils font; donc ces tourbillons n'éxiſtent pas.

4°. Si ces tourbillons emportoient les Planetes d'Occident en Orient, les Cometes, qui traverſent en tout ſens ces eſpaces d'Orient en Occident & du Nord au Sud, ne les pourroient jamais traverſer. Et quand on ſuppoſeroit que les Cometes n'ont point été en effet du Nord au Sud, ni d'Orient en Occident, on ne gagneroit rien par cette évaſion, car on ſait que quand une Comete ſe trouve dans la région de Mars, de Jupiter, de Saturne, elle va incomparablement plus vîte que Mars, que Jupiter, que Saturne; donc elle ne peut-être emportée, par la même couche du fluide qui eſt ſuppoſé emporter ces Planetes; donc ces tourbillons n'éxiſtent pas.

5°. Ces prétendus tourbillons ſeroient ou auſſi denſes, auſſi maſſifs que les Planetes, ou bien ils ſeroient plus denſes, ou enfin moins denſes. Dans le premier cas, la matiere prétendue, qui entoure la Lune & la Terre, étant ſuppoſée denſe comme un égal volume de Terre, nous éprouverions pour

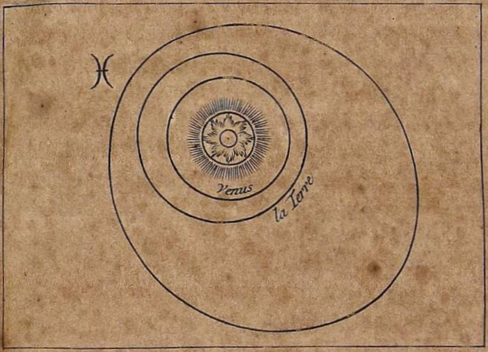
pour lever un pied cubique de Marbre, par exemple, la même résistance que si nous avions à lever une colomne de Marbre d'un pied de base, qui auroit pour sa longueur la distance de la Terre à la Lune. Dans le deuxième cas, la matiere fluide étant plus grave que la Terre, notre Globe nageroit sur ce fluide, comme un Vaisseau nage sur l'Eau, & ne pourroit être plongé, comme on le prétend, dans cette matiere subtile. Dans le troisième cas, le fluide étant moins dense, moins pesant que la Terre, ce fluide ne pourroit jamais la soutenir, par la raison que l'Eau ne peut soutenir le fer, ni rien de ce qui pese plus qu'elle; donc ces tourbillons n'éxistent pas.

6°. Si ces fluides imaginaires éxistoient, tout l'ordre des Astres seroit interverti : le Soleil qui tourne sur lui-même, perdroit bien-tôt de son mouvement à force de rencontrer ce fluide ; & aucune des Planetes ne suivroit la route qu'elle tient, n'auroit le mouvement qu'elle a, n'auroit bien-tôt aucun mouvement.

7°. Les Planetes emportées dans ces tourbillons supposés ne pourroient se mouvoir que circulairement, puisque ces tourbillons,

lons, à égales diſtances du centre, ſeroient également denſes; mais les Planetes ſe meuvent dans des Ellipſes; donc elles ne peuvent être portées par des tourbillons; donc, &c.

8°. La Terre a ſon Orbite qu'elle parcourt entre celui de Venus & celui de Mars: tous ces Orbites ſont elliptiques, & ont le Soleil pour centre: or quand Mars, & Venus & la Terre ſont plus près l'un de l'autre, alors la matiere du torrent prétendu, qui emporte la Terre, feroit beaucoup plus reſſerrée: cette matiere ſubtile devroit précipiter ſon cours, comme un Fleuve rétreci dans ſes bords, ou coulant ſous les arches d'un Pont: alors ce fluide devroit emporter la Terre d'une rapidité bien plus grande qu'en toute autre poſition; mais au contraire c'eſt dans ce tems-là même que le mouvement de la Terre eſt plus ralenti.



Quand Mars paroît dans le Signe des Poissons, Mars, la Terre & Venus sont à-peu-près dans cette proximité que vous voyez : alors le Soleil paroît retarder de quelque minutes, c'est-à-dire que c'est la Terre qui retarde ; il est donc démontré impossible qu'il y ait là un torrent de matiere qui emporte les Planetes ; donc ce tourbillon n'éxiste pas.

9°. Parmi des démonstrations plus recherchées, qui anéantissent les tourbillons, nous choisirons celle-ci. Par une des gran-

des

des loix de Kepler, toute Planete décrit des aires égales en tems égaux: par une autre loi non moins sûre, chaque Planete fait sa révolution autour du Soleil en telle sorte, que si, par exemple, sa moyenne distance au Soleil est 10. prenez le cube de ce nombre, ce qui sera 1000., & le tems de la révolution de cette Planete autour du Soleil sera proportionné à la racine quarrée de ce nombre 1000. Or s'il y avoit des couches de matiere qui portassent des Planetes, ces couches ne pourroient suivre ces loix; car il faudroit que les vîtesses de ces torrents fussent à la fois proportionelles à leur distances au Soleil, & aux racines quarrées de ces distances; ce qui est incompatible.

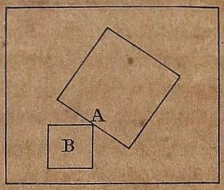
Pour comble enfin, tout le monde voit ce qui arriveroit à deux fluides circulant l'un vis-à-vis de l'autre. Ils se confondroient nécessairement & formeroient le Chaos au lieu de le débrouiller. Cela seul auroit jetté sur le Système Cartésien un ridicule qui l'eût accablé, si le goût de la nouveauté, & le peu d'usage où l'on étoit alors d'examiner, n'avoient prévalu.

Il

Il faut prouver à préſent que le *Plein*, dans lequel ces tourbillons ſont ſuppoſés ſe mouvoir, eſt auſſi impoſſible que ces tourbillons.

1°. Un ſeul rayon de lumiere, qui ne peſe pas, à beaucoup près, la cent-millième partie d'un grain, auroit à déranger tout l'Univers, ſi elle avoit à s'ouvrir un chemin juſqu'à nous à travers un eſpace immenſe, dont chaque point réſiſteroit par lui-même, & par toute la ligne dont il ſeroit preſſé. Preuve contre le *Plein*.

2°. Soient ces deux corps durs A, B: (nous avons déja prouvé qu'il faut qu'il y ait des corps durs) ils ſe touchent par une ſurface, & ſont ſuppoſés entourés d'un fluide qui les preſſe de tous côtés: or, quand on les ſépare, il eſt clair que la prétendue matiere ſubtile arrive plutôt au point A, où on les ſépare, qu'au point B;



Donc il y a un moment où B ſera vuide; donc même dans le Syſtême de la matiere ſubtile, il y a du vuide, c'eſt-à-dire de l'eſpace.

3°. S'il n'y avoit point de vuide & d'eſpace, il n'y auroit point de mouvement, même dans le Syſtême de Deſcartes. Il ſuppoſe que Dieu créa l'Univers plein & conſiſtant en petits cubes : ſoit donc un nombre donné de cubes repréſentant l'Univers, ſans qu'il y ait entre eux le moindre intervalle : il eſt évident qu'il faut qu'un d'eux ſorte de la place qu'il occupoit, car ſi chacun reſte dans ſa place, il n'y a point de mouvement, puiſque le mouvement conſiſte à ſortir de ſa place, à paſſer d'un point de l'eſpace dans un autre point de l'eſpace; or qui ne voit que l'un de ces cubes ne peut

peut quitter sa place sans la laisser vuide à l'instant qu'il en sort, car il est clair que ce cube en tournant sur lui-même doit présenter son angle au cube qui le touche, avant que l'angle soit brisé ? donc alors il y a de l'espace entre ces deux cubes ; donc dans le Systême de Descartes même, il ne peut y avoir de mouvement sans vuide.

4°. Si tout étoit plein, comme le veut Descartes, nous éprouverions nous-mêmes en marchant une résistance infinie, au lieu que nous n'éprouvons que celle des fluides dans lesquelles nous sommes, par exemple, celle de l'eau qui nous résiste 860. fois plus que celle de l'air, celle du mercure qui résiste environ 14000. fois plus que l'air ; or les résistances des fluides sont comme les quarrés des vîtesses ; c'est-à-dire, si un homme parcourt dans une tierce un pied d'espace du mercure qui lui résiste 14000. fois plus que l'air, si cet homme dans la seconde tierce a le double de cette vîtesse, ce mercure lui résistera dans la seconde tierce comme le quarré de 2. multiplié par 14000., résistance 56000. fois plus forte que celle de l'air qui résiste alors à nos mouvemens ; donc si tout étoit plein, il seroit absolument impossi-

poſſible de faire un pas, de reſpirer, &c.

5°. On a voulu éluder la force de cette démonſtration ; mais on ne peut répondre à une démonſtration que par une erreur. On prétend que ce torrent infini de matiere ſubtile pénétrant tous les pores des corps, ne peut en arrêter le mouvement. On ne fait pas réflexion que tout mobile, qui ſe meut dans un fluide, éprouve d'autant plus de réſiſtance, qu'il oppoſe plus de ſurface à ce fluide : or plus un corps a de trous plus il a de ſurface : ainſi la prétendue matiere ſubtile en choquant tout l'intérieur d'un corps, s'oppoſeroit bien davantage au mouvement de ce corps, qu'en ne touchant que ſa ſuperficie extérieure ; & cela eſt encore démontré en rigueur.

6°. Dans le *Plein* tous les corps ſeroient également peſants ; il eſt impoſſible de concevoir qu'un corps peſe ſur moi, me preſſe, que par ſa maſſe une livre de poudre d'or peſe autant ſur ma main, qu'un morceau d'or d'une livre. En vain les Cartéſiens répondent que la matiere ſubtile pénétrant les interſtices des corps ne peſe point, & qu'il ne faut compter pour peſant que ce qui n'eſt

point

point matiere ſubtile : cette opinion de Deſcartes n'eſt chez lui qu'une pure contradiction, car ſelon lui cette prétendue matieré ſubtile fait ſeule la peſanteur des corps, en les repouſſant vers la Terre ; donc elle peſe elle-même ſur ces corps ; donc, ſi elle peſe, il n'y a pas plus de raiſon pourquoi un corps ſera plus peſant qu'un autre, puiſque tout étant plein, tout aura également *de* maſſe, ſoit ſolide, ſoit fluide ; donc le *Plein* eſt une chimére ; donc il y a du *vuide* ; donc rien ne ſe peut faire dans la Nature ſans vuide ; donc la peſanteur n'eſt pas l'effet d'un prétendu tourbillon imaginé dans le *Plein*.

CHAPITRE DIX-SEPT.

Ce que c'eſt que le Vuide, *&* l'Eſpace, *ſans lequel il n'y auroit ni peſanteur ni mouvement.*

Difficulté contre le *Vuide.*

CEUX qui ne peuvent concevoir le *Vuide*, objectent que ce *Vuide* ne feroit rien, que le rien ne peut avoir des proprietés, & qu'ainſi il ne ſe pourroit rien opérer dans le *Vuide*.

Réponſe.

On répond qu'il n'eſt pas vrai que le *Vuide* ſoit rien; il eſt le lieu des corps, il eſt l'eſpace, il a des proprietés, il eſt étendu en

en longueur, largueur & profondeur, il eſt pénétrable, il eſt inſéparable, &c. Il eſt vrai que je ne peux pas me faire dans le cerveau une image de l'*Eſpace* étendu, comme je m'en fais une du Corps étendu; mais je me ſuis démontré que cet *Eſpace* éxiſte. Je ne puis en Géométrie me repréſenter une infinité de cercles paſſant entre un cercle & une tangente; mais je me ſuis démontré cependant que la choſe eſt vraie en Géométrie, & cela ſuffit. Je ne puis concevoir ce que c'eſt qui penſe en moi, je ſuis cependant convaincu que quelque choſe penſe en moi. De même je me démontre l'impoſſibilité du *Plein* & la néceſſité du *Vuide*, ſans avoir une image du *Vuide*; car je n'ai d'image que de ce qui eſt corporel, & l'*Eſpace* n'eſt point corporel. Autre choſe eſt ſe repréſenter une image, autre choſe eſt concevoir une vérité; je conçois très-bien l'*Eſpace*, & les Philoſophes Epicuriens, qui n'avoient guère raiſon qu'en cela, le concevoient très-bien.

Il n'y avoit d'autre réponſe à cet Argument que de dire que la Matiere eſt infinie; c'eſt ce que pluſieurs Philoſophes ont

 aſſûré,

assûré, & ce que Descartes a renouvellé après eux.

La Matiére n'est pas infinie.

Mais surquoi imagine-t-on que la Matiere est infinie? Sur une autre supposition que l'on s'est plû de faire. On dit: l'Etendue & la Matiere sont la même chose: on ne peut concevoir que l'Etendue soit finie; donc il faut admettre la Matiere infinie.

Cela prouve combien on s'égare, quand on ne raisonne que sur des suppositions. Il est faux que l'Etendue & la Matiere soient la même chose: toute matiere est étendue; mais toute étendue n'est pas matiere. Descartes en avançant que l'Etendue ne peut-être que de la matiere, disoit une chose bien peu Philosophique, car nous ne savons point du tout ce que c'est que Matiere; nous en connoissons seulement quelques proprietés, & personne ne peut nier qu'il ne soit possible qu'il éxiste des millions d'autres substances étendues, différentes de ce que nous appellons Matiere; or ces substances où seront-elles, sinon dans l'*Espace*?

Outre cette faute, Descartes se contredisoit

diſoit encore, car il admettoit un Dieu; or où eſt Dieu? Il n'eſt pas dans un point mathématique, il eſt immenſe; qu'eſt-ce que ſon immenſité, ſinon l'Eſpace immenſe?

A l'égard de l'infinité prétendue de la Matiere, cette idée eſt auſſi peu fondée que les tourbillons. Nous avons vu que le *Vuide* eſt d'une néceſſité abſolue dans l'ordre des choſes, & qu'ainſi la Matiere ne rempliſſant point tout l'Eſpace, elle n'eſt point infinie; mais, qu'entend-on par une Matiere infinie? car le mot *d'indéfinie*, dont Deſcartes s'eſt ſervi, ou revient au même, ou ne ſignifie rien. Entend-on que la Matiere eſt infinie eſſentiellement par ſa nature? En ce cas elle eſt donc Dieu? Entend-on que Dieu l'a créée infinie? D'où le ſauroit-on? Entend-on que l'Etendue & la Matiere ſont la même choſe? C'eſt un argument dont on a prouvé aſſez la fauſſeté.

Diſcuſſion de cette Vérité.

L'éxiſtence de la Matiere infinie eſt, au fond, une contradiction dans les termes. Mais dira-t-on, vous admettez un Eſpace immenſe, infini; pourquoi n'en ferez-vous pas autant de la Matiere? Voici la différence;

L'Eſpace éxiſte néceſſairement, parce que Dieu éxiſte néceſſairement; il eſt immenſe, il eſt comme la durée, un mode, une proprieté infinie d'un Etre néceſſaire, infini. La Matiere n'eſt rien de tout cela: elle n'éxiſte point néceſſairement: & ſi cette ſubſtance étoit infinie, elle ſeroit ou une proprieté eſſentielle de Dieu, ou Dieu même: or elle n'eſt ni l'un ni l'autre; elle n'eſt donc pas infinie & ne ſauroit l'être.

Remarque ſinguliére.

Je conclurai ce Chapitre par une remarque qui me paroît mériter beaucoup d'attention. Deſcartes admettoit un Dieu Créateur & Cauſe de tout: mais il nioit la poſſibilité du *Vuide*: Epicure nioit qu'il y eût un Dieu Créateur & Cauſe de tout, & il admettoit le *Vuide*; or c'étoit Deſcartes qui par ſes principes devoit nier un Dieu Créateur, & c'étoit Epicure qui devoit l'admettre. En voici la preuve évidente.

Si le *Vuide* étoit impoſſible, ſi la Matiere étoit infinie, ſi l'Etendue & la Matiree étoient la même choſe, il faudroit que la Matiere fût néceſſaire: or ſi la Matiere étoit néceſſaire, elle éxiſteroit par elle-même d'une néceſſité abſolue, inhérente dans ſa nature pri-

primordiale, antécédente à tout; donc elle ſeroit Dieu; donc celui qui admet l'impoſſibilité du *Vuide*, doit, s'il raiſonne conſéquemment, ne point admettre d'autre Dieu que la Matiere.

Au contraire, s'il y a du *vuide*, la Matiere n'eſt donc point un Etre néceſſaire, éxiſtant par lui-meme, &c.; donc elle a été créée; donc il y a un Dieu; donc c'étoit à Epicure à croire un Dieu, & c'étoit à Deſcartes à le nier. Pourquoi donc au contraire Deſcartes a-t-il toujours parlé de l'éxiſtence d'un Etre Créateur & Conſervateur, & Epicure l'a-t-il rejetté? C'eſt que les hommes dans leurs ſentimens, comme dans leur conduite, ſuivent rarement leurs principes, & que leurs Syſtémes ainſi que leurs vies ſont des contradictions.

Nous voyons de tout ce qui précéde que la Matiere eſt finie, qu'il y a du *vuide*, c'eſt-à-dire, de l'eſpace, & même incomparablement plus d'eſpace que de matiere dans notre Monde; car il y a beaucoup plus de pores que de ſolides. Nous concluons que le *Plein* eſt impoſſible, que les

Concluſion.

les tourbillons de matiere ſubtile le ſont pareillement; qu'ainſi la cauſe que Deſcartes aſſignoit à la peſanteur & au mouvement eſt une chimére.

Nous venons de nous appercevoir par l'expérience dans la Machine pneumatique qu'il faut qu'il y ait une force qui faſſe deſcendre les corps vers le centre de la Terre, c'eſt-à-dire, qui leur donne la peſanteur, & que cette force doit agir en raiſon de la maſſe des corps; il faut maintenant voir quels ſont les effets de cette force, car ſi nous en découvrons les effets, il eſt évident qu'elle éxiſte. N'allons donc point d'abord imaginer des Cauſes & faire des Hypothèſes: c'eſt le ſûr moyen de s'égarer: ſuivons pas à pas, ce qui ſe paſſe réellement dans la Nature; nous ſommes des Voyageurs arrivés à l'Embouchure d'un Fleuve, il faut le remonter avant que d'imaginer où eſt ſa ſource.

CHAPITRE DIX-HUIT.

Gravitation démontrée par les découvertes de Galilée & de Neuton; que la Lune parcourt son Orbite par la force de cette gravitation.

GALILE'E le restaurateur de la Raison en Italie, découvrit cette importante proposition, que les Corps graves qui descendent sur la Terre (faisant abstraction de la petite résistance de l'air) ont un mouvement accéléré dans une proportion dont je vais tâcher de donner une idée nette.

Loix de la chûte des corps trouvées par Galilée.

Un

Un Corps abandonné à lui-même du haut d'une Tour, parcourt, dans la premiere seconde de tems, un espace qui s'est trouvé être de 15 pieds de Paris, selon les découvertes d'Hugens inventeur en Mathématiques. On croyoit avant Galilée que ce Corps pendant deux secondes auroit parcouru seulement deux fois le même espace, & qu'ainsi il feroit 150 pieds en dix secondes, & neuf cens pieds en une minute : c'étoit-là l'opinion générale, & même fort vraisemblable à qui n'examine pas de près; cependant il est vrai qu'en une minute ce corps auroit fait un chemin de cinquante-quatre mille pieds, & deux cens seize mille pieds en deux minutes.

Voici comment ce progrès, qui étonne d'abord l'imagination, s'opére nécessairement & avec simplicité. Un Corps est précipité par son propre poids : cette force quelconque qui l'anime à descendre de quinze pieds dans la premiere seconde, agit également à tous les instans, car rien n'ayant changé, il faut qu'elle soit toujours la même; ainsi à la deuxième seconde le Corps aura

aura la force qu'il a acquiſe à chaque inſtant de la premiere ſeconde, & la force qu'il éprouve chaque inſtant de la deuxième. Or par la force qui l'animoit à la premiere ſeconde il parcouroit quinze pieds, il a donc encore cette force quand il deſcend la deuxième ſeconde. Il a outre cela la force de quinze autres pieds qu'il acquéroit à meſure qu'il deſcendoit dans cette premiere ſeconde, cela fait trente : il faut (rien n'ayant changé) que dans le tems de cette deuxième ſeconde, il ait encore la force de parcourir quinze pieds, cela fait quarante-cinq ; par la même raiſon le Corps parcourra ſoixante-quinze pieds dans la troiſième ſeconde, & ainſi du reſte.

De là il ſuit 1°. que le mobile acquiert en tems égaux infiniment petits des degrés infiniment petits de vîteſſe, leſquels accélérent ſon mouvement vers le centre de la Terre, tant qu'il ne trouve pas de réſiſtance.

2°. Que les vîteſſes qu'il acquiert ſont comme les tems qu'il employe à deſcendre.

3°. Que les eſpaces qu'il parcourt ſont comme

comme les quarrés de ces tems ou de ces vîtesses.

4°. Que la progression des espaces parcourus par ce mobile sont comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7. Cette connoissance nécessaire de ce Phénomène qui arrive autour de nous à tous les instans, va être rendue sensible à ceux même qui seroient d'abord un peu embarrassés de tous ces rapports ; il ne faut qu'un peu d'attention en jettant les yeux sur cette petite table que chaque Lecteur peut augmenter à son gré.

Tems dans les quels le mobile tombe.	Espaces qu'il parcourt en chaque tems.	Espaces parcourus sont comme les quarrés des tems.	Nombres impairs, qui marquent la progression du mouvement, & les espaces parcourus.
1re. Seconde, une vîtesse:	Le Corps descend de 15 pieds:	Le quarré d'un est un, le corps parcourt 15. pieds.	Une fois quinze,
2m^{e}. Seconde, deux vîtesses:	Le Corps parcourt 45. pieds:	Le quarré de deux secondes, ou de deux vîtesses est quatre: quatre fois quinze font 60; donc le corps a parcouru 60. pieds, c'est-à-dire, 15. dans la premiere seconde, &45. dans la deuxième.	Trois fois quinze; ainsi la progression est d'un à 3. dans cette seconde.
3m^{e}. Seconde, trois vîtesses.	Le Corps parcourt 75. pieds.	Le quarré de 3. secondes est neuf: or neuf fois 15. font 135; donc le corps a parcouru dans les trois secondes 135. pieds.	Cinq fois 15. pieds; ainsi la progression est visiblement selon les nombres impairs 1. 3. 5. &c.

Il eſt clair d'abord qu'à chaque inſtant infiniment petit, le mobile reçoit un mouvement accéléré, puiſque, par l'énoncé même de la propoſition & par l'expérience, ce mouvement augmente continuellement. Par cette petite Table un coup d'œil démontrera, qu'au bout d'une minute le mobile aura parcouru cinquante-quatre mille pieds, car 54000. pieds font le quarré de ſoixante ſecondes, multiplié par quinze; or quinze multiplié par le quarré de ſoixante, qui eſt 3600. donne cinquante-quatre mille.

De ces Expériences il naiſſoit une nouvelle conjecture, à la vérité bien fondée, mais qui requéroit pourtant une démonſtration particuliére. Car, voyant qu'un corps, par une peſanteur toujours égale, faiſoit ſoixante fois autant de chemin au bout de 60 minutes, qu'il en faiſoit pendant la premiére minute, on préſuma que la peſanteur elle-même devoit varier en raiſon quelconque des diſtances du centre de la Terre.

Cela fit auſſi ſoupçonner deſlors à quelques grands Génies, qui cherchoient une

route

route nouvelle, & entr'autres au fameux Bacon Chancelier d'Angleterre, qu'il y avoit une gravitation, une attraction des Corps au centre de la Terre, & de ce centre aux Corps. Il proposoit dans son excellent Livre *Novum Scientiarum Organum*, qu'on fît des expériences avec des Pendules sur les plus hautes Tours & aux profondeurs les plus grandes; car, disoit-il, si les mêmes Pendules font de plus rapides vibrations au fond d'un Puits que sur une Tour, il faut conclure que la pesanteur, qui est le principe de ces vibrations, sera beaucoup plus forte au centre de la Terre, dont ce Puits est plus proche. Il essaya aussi de faire descendre des mobiles de différentes élévations, & d'observer s'ils descendroient de moins de quinze pieds dans la premiére seconde; mais il ne parut jamais de variation dans ces expériences, les hauteurs & les profondeurs où on les faisoit étant trop petites.

On restoit donc dans l'incertitude, & l'idée de cette force agissant du centre de la Terre demeuroit un soupçon vague.

Descartes en eut connoissance: il en parle même en traitant de la pesanteur; mais les expériences qui devoient éclaircir cette grande question manquoient encore. Le Systême des tourbillons entraînoit ce Génie sublime & vaste: il vouloit en créant son Univers, donner la direction de tout à sa Matiere subtile: il en fit la dispensatrice de tout mouvement & de toute pesanteur; petit à petit l'Europe adopta son Systême faute de mieux.

Expérience faite par des Académiciens, laquelle conduit à cette découverte.

Enfin en 1672. Mr. Richer dans un Voyage à la Cayenne près de la Ligne, entrepris par ordre de Louïs XIV. sous les auspices de Colbert le Pere de tous les Arts: Richer, dis-je, parmi beaucoup d'observations, trouva que le Pendule de son Horloge ne faisoit plus ses oscillations, ses vibrations aussi fréquentes que dans la Latitude de Paris, & qu'il falloit absolument racourcir le Pendule d'une ligne & de plus d'un quart.

La Physique & la Géométrie n'étoient pas alors, à beaucoup près, si cultivées qu'elles le sont aujourd'hui. Quel homme eût

pu

pu croire que de cette remarque si petite en apparence, & que d'une ligne de plus ou de moins, pussent sortir les plus grandes vérités Physiques? On trouva d'abord, qu'il falloit nécessairement que la pesanteur fût moindre sous l'Equateur, que dans notre Latitude, puisque la seule pesanteur fait l'oscillation d'un pendule.

On vit par conséquent que, puisque la pesanteur des Corps étoit d'autant moins forte, que ces Corps sont plus éloignés du centre de la Terre, il falloit absolument que la Région de l'Equateur fût beaucoup plus élevée que la nôtre, plus éloignée du centre, & qu'ainsi la Terre ne pouvoit être une Sphére. Beaucoup de Philosophes firent à propos de ces découvertes ce que font tous les hommes, à qui il faut changer d'opinion; ils combattirent la Vérité nouvelle. Une partie des Docteurs jusqu'au XV. Siècle avoit cru la Terre plate, plus longue d'Orient en Occident que du Midi au Septentrion, & couverte du Ciel comme d'une Tente en demi-voute. Leur opinion leur paroissoit d'autant plus sûre qu'ils la croyoient fondée sur la Bible. Peu de

La Terre plus haute à proportion à l'Equateur qu'au Pole.

de tems avant la découverte de l'Amérique, un Evêque d'Avila traitoit l'opinion de la rondeur de la Terre, d'impieté, & d'absurdité. Enfin la Raison & le Voyage de Christophe Colomb rendirent à la Terre son ancienne forme sphérique, que les Chaldéens & les Egyptiens lui avoient donnée. Alors on passa d'une extrémité à l'autre; on crut la Terre une Sphére parfaite, comme on croyoit que les Etoiles faisoient leur révolution dans un vrai cercle.

Cependant du moment que l'on commença à bien savoir que notre Globe tourne sur lui-même en vingt-quatre heures, on auroit du juger de cela seul, qu'une forme entiérement ronde ne peut lui appartenir. On n'avoit qu'à considerer que le mouvement de rotation en vingt-quatre heures doit élever les Eaux de la Mer: que ces Eaux élevées plus que le reste du Globe devroient à tout moment retomber sur *les Terres* de la Région de l'Equateur & les inonder: or elles n'y retombent pas; donc la Terre solide y doit être élevée comme les Eaux. Ce raisonnement si simple, si naturel, étoit échapé aux plus grands Génies; preuve certaine

du préjugé qui n'avoit pas même permis ce leger examen. On contesta encore l'expérience même de Richer : on prétendit que nos Pendules ne faisoient leurs vibrations si promptes vers l'Equateur, que parce que la chaleur allongeoit ce métal : on vit que la chaleur du plus brûlant Eté l'allonge d'une ligne sur trente pieds de longueur ; & il s'agissoit ici d'une ligne & un quart, d'une ligne & demie, ou méme de deux lignes sur une verge de fer longue de 3 pieds 8 lignes.

Quelques années après, Mrs. Deshayes, Varin, Feuillée, Couplet, repétérent vers l'Equateur la même expérience du Pendule ; il le fallut toujours racourcir, quoique la chaleur fût très-souvent moins grande sous la Ligne même, qu'à quinze ou vingt degrès de la Ligne Equinoxiale. Cette expérience vient d'être confirmée de nouveau par les Académiciens qui sont à présent au Pérou ; & on apprend dans le moment que vers Quito, dans un tems où il geloit, il a fallu racourcir le Pendule à secondes d'environ deux lignes.

Tandis qu'on trouvoit ainsi de nouvelles vérités sous la Ligne, Mr. Picart par les mêmes ordres avoit donné en 1669 une mesure de la Terre, en traçant une petite partie de la Méridienne de la France. Elle ne donnoit pas à la vérité une mesure aussi exacte de notre Globe qu'on l'auroit eue, si l'on en avoit mesuré des degrés en France, & vers l'Equateur & vers le Cercle Polaire; mais cette différence sera trop petite pour être comptée dans les choses dont nous allons parler.

Ces découvertes étoient nécessaires pour fonder la Théorie de Neuton. On se croit obligé ici de rapporter sur ces découvertes & sur cette Théorie une Anecdote qui ne sera pas sans utilité dans l'Histoire de l'Esprit humain, & qui servira à faire connoître combien l'exactitude est nécessaire dans les Sciences & combien Neuton cherchoit sincérement la Vérité.

Anecdote sur ces découvertes.

Il avoit jetté dès l'année 1666 les fondemens de son admirable Systême de la gravitation; mais il falloit pour que ce Systême

me se trouvât vrai dans toutes ses parties, & sur-tout pour tirer du mouvement de la Lune les conclusions que nous allons voir; il falloit, dis-je, que les degrés de Latitude fussent chacun environ de vingt-cinq lieues communes de France, & de près de soixante & dix milles d'Angleterre.

Dès l'année 1636: Norwood Mathématicien Anglais avoit fait, par pure curiosité, depuis Londres jusqu'à Yorck, vers le Nord d'Angleterre, les mêmes opérations que les bienfaits du Ministère de France firent entreprendre depuis par Picart en 1669, vers le Nord de Paris, dans un moindre espace de terrain.

Les degrés de Norwood se trouvoient, à très-peu de chose près, de 70 milles d'Angleterre, & de 25 lieues communes de France; c'étoit précisément la mesure que Neuton avoit devinée par sa Théorie, & qui pouvoit seule la justifier.

Mais ce qui paroîtra étonnant, c'est qu'en 1666, & même plusieurs années après, Neuton ne savoit rien des mesures de Norwood,

wood, prises plus de 30 ans auparavant. Les malheurs qui avoient affligé l'Angleterre, avoient été aussi funestes aux Sciences qu'à l'Etat. La découverte de Norwood étoit ensévelie dans l'oubli; on s'en tenoit à la mesure fautive des Pilotes, qui par leur estime vague comptoient 60 milles seulement pour un degré de Latitude. Neuton retiré à la Campagne pendant la peste de 1666, n'étant point à portée d'être instruit des mesures de Norwood, s'en tenoit à cette fausse mesure des 60 milles.

Ce fut par cette fausse mesure qu'il recherca, comme nous l'allons dire, si le même pouvoir qui fait graviter ici les corps vers le centre de la Terre, retient la Lune dans son Orbite. Il se trouva assez loin des conclusions, où il seroit parvenu avec une mesure plus exacte de la Terre, & il eut la bonne foi d'abandonner sa recherche.

Il la reprit quelques années après, sur les mesures de Picart, & il s'y confirma encore davantage en 1683. par les mesures plus exactes de Cassini, la Hire, Chazelles & Varin, qui encouragés par Colbert embrassé-

rent

rent un plus grand terrain que Picart.

Ces Académiciens poussérent la Méridienne jusqu'en Auvergne ; mais Colbert étant mort, Louvois, qui lui succéda dans le Département de l'Académie, & non dans son goût pour les Sciences, interrompit un peu ce grand travail.

Ce ne fut guère que vers ce tems-là que Neuton eut connoissance des opérations de Norwood ; il vit avec étonnement que ces mesures étoient les mêmes que celles de Picart & de Cassini, à cela près, que le degré mesuré par Norwood surpassoit celui de Picart de 240 toises, & ne surpassoit celui de Cassini que de huit. Neuton attribuoit ce petit excédant de huit toises par degré à la figure de la Terre, qu'il croyoit être celle d'un Sphéroïde applati vers les Poles ; & il jugeoit que Norwood en tirant sa Méridienne dans des Régions plus Septentrionales que la nôtre, avoit du trouver ses degrés plus grands que ceux de Cassini, puisqu'il supposoit la courbe du terrain mesurée par Norwood plus longue. Quoi qu'il en soit, voici la sublime Théorie qu'il tira de

de ces meſures, & des découvertes du grand Galilée.

Théorie tirée de ces découvertes.

La peſanteur ſur notre Globe eſt en raiſon réciproque des quarrés des diſtances des corps peſants du centre de la Terre; ainſi plus ces diſtances augmentent, plus la peſanteur diminue.

La force qui fait la peſanteur ne dépend point des tourbillons de Matiere ſubtile, dont l'exiſtence eſt démontrée fauſſe.

Cette force, telle qu'elle ſoit, agit ſur tous les corps, non ſelon leurs ſurfaces; mais ſelon leurs maſſes. Si elle agit à une diſtance, elle doit agir à toutes les diſtances; ſi elle agit en raiſon inverſe du quarré de ces diſtances, elle doit toujours agir ſuivant cette proportion ſur les corps connus, quand ils ne ſont pas au point de contact, je veux dire, le plus près qu'il eſt poſſible d'être, ſans être unis.

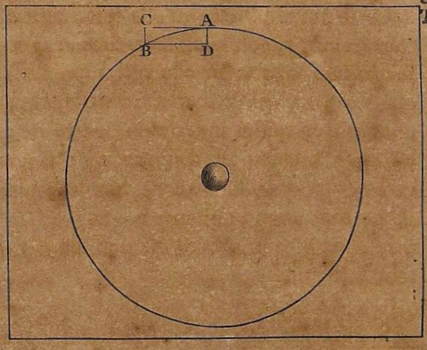
Si, ſuivant cette proportion, cette force fait parcourir ſur notre Globe 54000 pieds en 60 ſecondes, un corps qui ſera environ

à

à soixante rayons du centre de la Terre, devra en 60 secondes tomber seulement de quinze pieds de Paris ou environ.

La même cause qui fait tomber les corps sur la Terre, dirige la Lune autour de la Terre.

La Lune dans son moyen mouvement est éloignée du centre de la Terre d'environ soixante rayons du Globe de la Terre : or par les mesures prises en France on connoît combien de pieds contient l'Orbite que décrit la Lune ; on sait par-là, que dans son moyen mouvement elle décrit 187961 pieds de Paris en une minute.

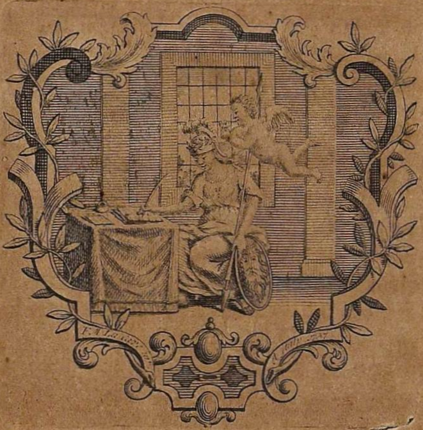


La Lune dans son moyen mouvement, est tombée de A, en B, elle a donc obéï à la

à la force de projectile, qui la pousse dans la tangente A, C, & à la force, qui la feroit descendre suivant la ligne A, D. égale à B, C: ôtez la force qui la dirige de A, en C, restera une force qui pourra être évaluée par la ligne C, B: cette ligne C, B. est égale à la ligne A, D; mais il est démontré que la courbe A, B. valant 187961. pieds, la ligne A, D. ou C, B. en vaudra seulement quinze; donc que la Lune soit tombée en B, ou en D, c'est ici la même chose, elle auroit parcouru 15. pieds en une minute de C, en B; donc elle auroit parcouru 15. pieds aussi de A, en D. en une minute. Mais en parcourant cet espace en une minute, elle fait précisément 3600 fois moins de chemin qu'un mobile n'en feroit ici sur la Terre: 3600. est juste le quarré de sa distance; donc la gravitation qui agit ici sur tous les corps, agit aussi entre la Terre & la Lune précisément dans ce rapport de la raison inverse du quarré des distances.

Mais si cette puissance qui anime les corps, dirige la Lune dans son Orbite, elle doit aussi diriger la Terre dans le sien, &

& l'effet qu'elle opére ſur la Planete de la Lune, elle doit l'opérer ſur la Planete de la Terre. Car ce pouvoir eſt par-tout le même: toutes les autres Planetes doivent lui être ſoumiſes, le Soleil doit auſſi éprouver ſa loi: & s'il n'y a aucun mouvement des Planetes les unes à l'égard des autres, qui ne ſoit l'effet néceſſaire de cette puiſſance, il faut avouer alors que toute la Nature la démontre; c'eſt ce que nous allons obſerver plus amplement.



CHA-

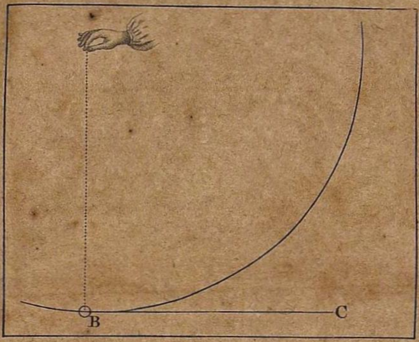
CHAPITRE DIX-NEUF.

Que la gravitation & l'attraction dirigent toutes les Planetes dans leurs Cours.

Comment on doit entendre, la Théorie de la pesanteur chez Descartes.

PResque toute la Théorie de la peſanteur chez Deſcartes eſt fondée ſur cette loi de la Nature, que tout corps qui ſe meut en ligne courbe, tend à s'éloigner de ſon centre en une ligne droite, qui toucheroit la courbe en un point. Telle eſt la fronde qui en s'échapant de la main au point B, ſuivroit cette ligne B, C.

Tous



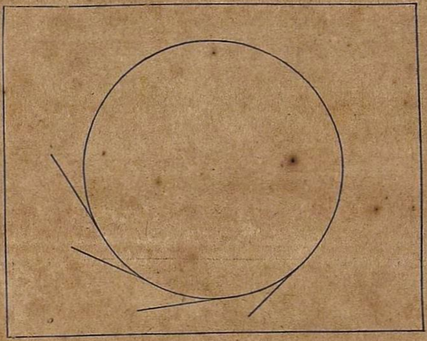
Tous les corps en tournant avec la Terre font ainſi un effort pour s'éloigner du centre ; mais la Matiere ſubtile faiſant un bien plus grand effort repouſſe, diſoit-on, tous les autres corps.

Il eſt aiſé de voir que ce n'étoit point à la Matiere ſubtile à faire ce plus grand effort, & à s'éloigner du centre du tourbillon prétendu, plutôt que les autres corps ; au contraire c'étoit ſa nature (ſuppoſé qu'elle éxiſtât) d'aller au centre de ſon mouvement, & de laiſſer aller à la circonférence

tous les corps qui auroient eu plus de masse. C'est en effet ce qui arrive sur une table qui tourne en rond, lorsque dans un tube pratiqué dans cette table, on a mélé plusieurs poudres & plusieurs liqueurs de pesanteurs spécifiques différentes; tout ce qui a plus de masse s'éloigne du centre, tout ce qui a moins de masse s'en approche. Telle est la loi de la Nature; & lorsque Descartes a fait circuler à la circonférence sa prétendue Matiere subtile, il a commencé par violer cette loi des forces centrifuges, qu'il posoit pour son premier principe. Il a eu beau imaginer que Dieu avoit créé des dés tournans les uns sur les autres: que la raclure de ces dés qui faisoit sa Matiere subtile, s'échapant de tous les côtés, acquéroit par-là plus de vîtesse: que le centre d'un tourbillon s'encroutoit, &c.; il s'en falloit bien que ces imaginations rectifiassent cette erreur.

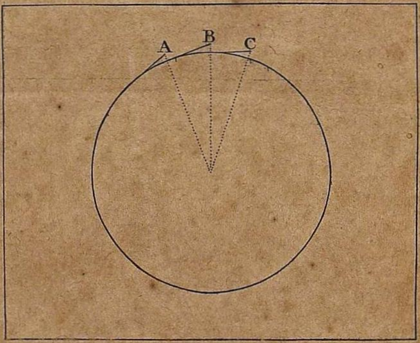
Sans perdre plus de tems à combattre ces Etres de raison, suivons les loix de la Méchanique qui opére dans la Nature. Un corps qui se meut circulairement, prend en cette maniere, à chaque point de la courbe qu'il

qu'il décrit, une direction qui l'éloigneroit du Cercle, en lui faisant suivre une ligne droite.



Cela est vrai. Mais il faut prendre garde que ce corps ne s'éloigneroit ainsi du centre, que par cet autre grand Principe : que tout corps étant indifférent de lui-même au repos & au mouvement, & ayant cette inertie qui est un attribut de la Matiere, suit nécessairement la ligne dans laquelle il est mu. Or tout corps qui tourne autour d'un centre, suit à chaque instant une ligne droite infiniment petite, qui deviendroit une droite infiniment longue, s'il ne rencontroit

point d'obſtacle. Le réſultat de ce principe, réduit à ſa juſte valeur, n'eſt donc autre choſe, ſinon qu'un corps qui ſuit une ligne droite, ſuivra toujours une ligne droite; donc il faut une autre force pour lui faire décrire une courbe; donc cette autre force, par laquelle il décrit la courbe le feroit tomber au centre à chaque inſtant, en cas que ce mouvement de projectile en ligne droite ceſſât. A la vérité de moment en moment ce corps iroit en A, en B, en C. s'il s'échapoit;

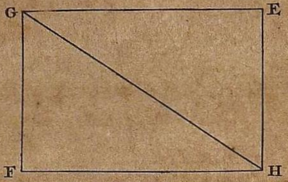


Mais auſſi de moment en moment il retomberoit de A, de B, de C. au centre; parce

parce que ſon mouvement eſt compoſé de deux ſortes de mouvemens, du mouvement de projectile en ligne droite, & du mouvement imprimé auſſi en ligne droite par la force centripète, force par laquelle il iroit au centre. Ainſi de cela même que le corps décriroit ces tangentes A, B, C. il eſt démontré qu'il y a un pouvoir qui le retire de ces tangentes à l'inſtant même qu'il les commence. Il faut donc abſolument conſiderer tout corps ſe mouvant dans une courbe, comme mu par deux puiſſances, dont l'une eſt celle qui lui feroit parcourir des tangentes, & qu'on nomme la force centrifuge, ou plutôt la force d'inertie, d'inactivité, par laquelle un corps ſuit toujours une droite s'il n'en eſt empêché; & l'autre force qui retire le corps vers le centre, laquelle on nomme la force contripète, & qui eſt la véritable force.

Ce que c'eſt que la force centrifuge, & la force centripète.

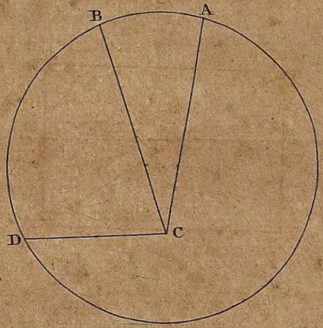
C'eſt ainſi qu'un corps mu ſelon la ligne horiſontale G, E. & ſelon la ligne perpendiculaire G, F. obéït à chaque inſtant à ces deux puiſſances en parcourant la diagonale G, H.



De l'établiſſement de cette force centripète, il réſulte d'abord cette démonſtration, que tout mobile qui ſe meut dans un cercle, ou dans une ellipſe, ou dans une courbe quelconque, ſe meut autour d'un centre auquel il tend.

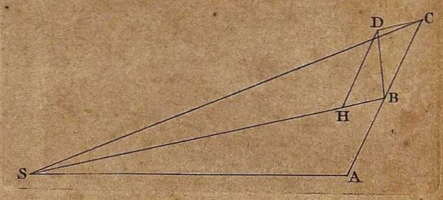
Il ſuit encore que ce mobile, quelques portions de courbe qu'il parcoure, décrira dans ſes plus grands arcs & dans ſes plus petits arcs, des aires égales en tems égaux. Si

Si, par exemple, un mobile en une minute borde l'eſpace A, C, B. qui contiendra cent milles d'aire ; il doit border en deux minutes un autre eſpace B, C, D. de deux cens milles.



Cette Loi inviolablement obſervée par toutes les Planetes, & inconnue à toute l'Antiquité, fut découverte il y a près de 150. ans par Kepler, qui a mérité le nom de *Législateur* en Aſtronomie, malgré ſes erreurs Philoſophiques. Il ne pouvoit ſavoir encore la raiſon de cette règle à laquelle les corps céleſtes ſont aſſujettis. L'extrême ſagacité de Kepler trouva l'effet dont le génie de Neuton a trouvé la cauſe.

Je vais donner ici la ſubſtance de la Démonſtration de Neuton: elle ſera aiſément compriſe par tout Lecteur attentif; car les hommes ont une Géométrie naturelle dans l'eſprit, qui leur fait ſaiſir les rapports, quand ils ne ſont pas trop compliqués. On trouvera la Démonſtration plus étendue en Notes.

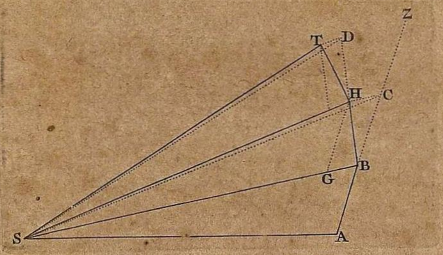


Que le corps A. ſoit mu en B. en un eſpace de tems très-petit: au bout d'un pareil eſpace, un mouvement également continué (car il n'y a ici nulle accélération) le feroit venir en C; mais en B. il trouve une force qui le pouſſe dans la ligne B, H, S.; il ne ſuit donc ni ce chemin B, H, S. ni ce chemin A, B, C; tirez ce parallélogramme C, D. B,

B, H. alors le mobile étant mu par la force B,

DE'MONSTRATION.

Que tout mobile attiré par une force centripète décrit dans une ligne courbe des aires égales en tems égaux (1).



(1) Tout corps se meut d'un mouvement uniforme, quand il n'y a point de force accélératrice; donc le corps A. mu en ligne droite dans le premier tems de A, en B. ira en pareil tems de B, en C. de C, en Z. Ces espaces conçus égaux, la force centripète dans le second tems donne à ce corps en B. un mouvement quelconque, & le corps au lieu d'aller en C. va en H.; quelle direction a-t-il eue différente de B, C.? Tirez les 4. lignes C, H. G, B. C, B. G, H. le mobile a suivi la diagonale B, H. de ce parallélogramme.

Or les 2. côtés B, C. B, G. du parallélogramme sont dans le même plan que le triangle A, B, S. donc les forces sont dirigées vers G, S. & vers la droite A, B, C, Z.

 Les

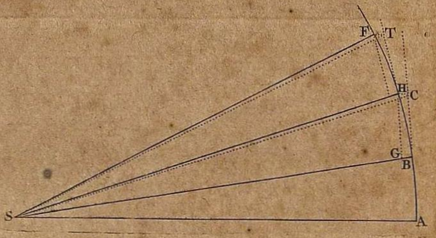
B, C. & par la force B, H. s'en va selon la

Les triangles S, H, B. S, C, B. sont égaux, puisqu'ils sont sur la même base S, B. & entre les parallelles H, C. G, B; mais S, B, A. S, C B. sont égaux, ayant même base & même hauteur; donc S, B, A. S, H, B. sont aussi égaux.

Il faut en dire autant des triangles S, T, H. S, D, H; donc tous ces triangles sont égaux. Diminuez la hauteur à l'infini, le corps à chaque moment infiniment petit décrira la courbe, de laquelle toutes les lignes tendent au point S.; donc dans tous les cas les aires de ces triangles sont proportionelles aux tems.

DÉMONSTRATION.

Que tout corps dans une courbe décrivant des triangles égaux autour d'un point, est mu par la force contripète autour de ce point (2).



(2) Que cette courbe soit divisée en parties égales A, B. B, H. H, F. infiniment petites, décrites en tems égaux; soit conçue la force agir aux points B, H, F. soit

la diagonale B, D. Or cette ligne B, D. & cette ligne B, A. conçues infiniment petites ſont les naiſſances d'une courbe, &c.; donc ce corps ſe doit mouvoir dans une courbe.

Il doit border des eſpaces égaux en tems égaux, car l'eſpace du triangle S, B, A. eſt égal à l'eſpace du triangle S, B, D. : ces triangles ſont égaux; donc ces aires ſont égales; donc tout corps qui parcourt des aires égales en tems égaux dans une courbe, fait ſa révolution autour du centre des forces auquel il tend; donc les Planetes tendent vers le Soleil, tournent autour du Soleil, & non

Cette démonſtration prouve que le Soleil eſt le centre de l'Univers & non la Terre.

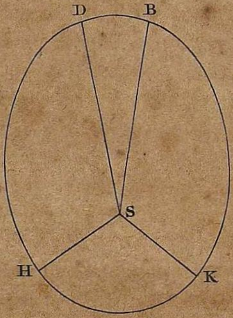
ſoit A, B. prolongée en C. ſoit B, H. prolongée en T. le triangle S, A, B. ſera égal au triangle S, B, H. car A, B. eſt égal à B, C; donc S, B, H. eſt égal à S, B, C; donc la force en B, G. eſt parallelle à C, H; mais cette ligne B, G. parallelle à C, H. eſt la ligne B, G, S. tendante au centre. Le corps en H. eſt dirigé par la force centripète ſelon une ligne parallelle à F, T. de même qu'au point B. il étoit dirigé par cette même force dans une ligne parallelle à C, H. Or la ligne parallelle à C, H. tend en S.; donc la ligne parallelle à F, T. tendra auſſi en S.; donc toutes les lignes ainſi tirées tendront au point S.

Concevez maintenant en S. des triangles ſemblables à ceux ci-deſſus; plus ces triangles ci-deſſus ſeront petits, plus les triangles en S. approcheront d'un point Phyſique, lequel point S. ſera le centre des forces.

non autour de la Terre. Car en prenant la Terre pour centre, leurs aires ſont inégales par rapport aux tems, & en prenant le Soleil pour centre, ces aires ſe trouvent toujours proportionnelles aux tems ; ſi vous en exceptez les petits dérangemens cauſés par la gravitation même des Planétes.

Pour bien entendre encore ce que c'eſt que ces aires proportionnelles aux tems, & pour voir d'un coup d'œil l'avantage que vous tirez de cette connoiſſance, regardez la Terre emportée dans ſon ellipſe autour du Soleil S. ſon centre. Quand elle va de B, en D. elle ballaye un auſſi grand eſpace que quand elle parcourt ce grand arc H. K: le Secteur H, K. regagne en largeur ce que le Secteur B, S, D. a en longueur. Pour faire l'aire de ces Secteurs égale en tems égaux, il faut que le corps vers H, K. aille plus vîte que vers B, D. Ainſi la Terre & toute Planéte ſe meut plus vîte dans ſon périhélie, qui eſt la courbe la plus voiſine du Soleil S, que dans ſon aphélie, qui eſt la courbe la plus éloignée de ce même foyer S.

Or



On connoît donc quel eſt le centre d'une Planéte, & quelle figure elle décrit dans ſon orbite par les aires qu'elle parcourt; on connoît que toute Planéte, lorſqu'elle eſt plus éloignée du centre de ſon mouvement, gravite moins vers ce centre. Ainſi la Terre étant plus près du Soleil d'un trentième, c'eſt-à-dire, d'un million de lieues, pendant notre Hyver que pendant notre Eté, eſt plus attirée auſſi en Hyver; ainſi elle va plus vîte alors par la raiſon de ſa courbe; ainſi nous avons huit jours & demi d'Eté plus que d'Hyver, & le Soleil paroît dans les Signes Septentrionaux huit jours & demi de plus que dans les Méridionaux.

C'eſt pour les raiſons précédentes que nous avons plus d'Eté que d'Hyver.

Puis

Puis donc que toute Planéte ſuit, par rapport au Soleil, ſon centre, cette Loi de gravitation que la Lune éprouve par rapport à la Terre, & à laquelle tous les corps ſont ſoumis en tombant ſur la Terre, il eſt démontré que cette gravitation, cette attraction, agit ſur tous les corps que nous connoiſſons.

Mais une autre puiſſante Démonſtration de cette Vérité, eſt la Loi que ſuivent reſpectivement toutes les Planétes dans leurs cours & dans leurs diſtances; c'eſt ce qu'il faut bien examiner.

CHA-

CHAPITRE VINGT.

Démonstration des loix de la gravitation, tirée des règles de Kepler; qu'une de ces loix de Kepler démontre le mouvement de la Terre.

Grande règle de Kepler.

KEPLER trouva encore cette admirable règle, dont je vais donner un exemple avant que de donner la définition, pour rendre la chose plus sensible & plus aisée.

Ju-

Jupiter a 4. Satellites qui tournent autour de lui : le plus proche eſt éloigné de 2. Diamétres de Jupiter & 5. ſixièmes, & il fait ſon tour en 42. heures: le dernier tourne autour de Jupiter en 402. heures; je veux ſavoir à quelle diſtance ce dernier Satellite eſt du centre de Jupiter. Pour y parvenir, je fais cette règle. Comme le quarré de 42. heures, révolution du 1er. Satellite, eſt au quarré de 402. heures, révolution du dernier; ainſi le cube de deux Diamétres & $\frac{5}{6}$ eſt à un 4e. terme. Ce 4e. terme étant trouvé, j'en extrais la racine cube, cette racine cube ſe trouve 12. $\frac{2}{3}$.; ainſi je dis que le 4e. Satellite eſt éloigné du centre de Jupiter de 12. Diamétres de Jupiter & $\frac{2}{3}$.

Je fais la même règle pour toutes les Planétes qui tournent autour du Soleil. Je dis: Venus tourne en 224. jours, & la Terre en 365; la Terre eſt à 30000000. de lieues du Soleil, à combien de lieues ſera Venus ? Je dis: comme le quarré de l'année de la Terre eſt au quarré de l'année de Venus, ainſi le cube de la diſtance moyen-

moyenne de la Terre eſt à un 4e. terme dont la racine cubique ſera environ 21700000. de lieues, qui font la diſtance moyenne de Venus au Soleil; j'en dis autant de la Terre & de Saturne, &c.

Cette loi eſt donc, que le quarré d'une révolution d'une Planete eſt toujours au quarré des révolutions des autres Planetes, comme le cube de ſa diſtance eſt aux cubes des diſtances des autres, au centre commun.

Kepler qui trouva cette proportion, étoit bien loin d'en trouver la raiſon. Moins bon Philoſophe qu'Aſtronome admirable, il dit (au 4e. Liv. de ſon Epitome) que le Soleil a une ame, non pas une ame intelligente *animum*, mais une ame végétante, agiſſante, *animam:* qu'en tournant ſur lui-même il attire à ſoi les Planetes; mais que les Planetes ne tombent pas dans le Soleil, parce qu'elles font auſſi une révolution ſur leur axe. En faiſant cette révolution, dit-il, elles préſentent au Soleil tantôt un côté ami, tantôt un côté ennemi: le côté ami eſt attiré, & le côté ennemi eſt repouſſé;

Raiſons indignes d'un Philoſophe données par Kepler de cette loi admirable.

ce qui produit le cours annuel des Planetes dans des Ellipses.

Il faut avouer pour l'humiliation de la Philosophie, que c'est de ce raisonnement si peu Philosophique, qu'il avoit conclu que le Soleil devoit tourner sur son axe: l'erreur le conduisit par hazard à la vérité; il devina la rotation du Soleil sur lui-même plus de 15. ans avant que les yeux de Galilée la reconnussent à l'aide des Telescopes.

Kepler ajoute dans son même Epitome p. 495. que la masse du Soleil, la masse de tout l'Ether, & la masse des Sphéres des Etoiles fixes sont parfaitement égales; & que ce sont les 3. Symboles de la Très-Sainte Trinité.

Le Lecteur qui en lisant ces Elémens, aura vu de si grandes rêveries, à côté de si sublimes vérités, dans un aussi grand homme que Kepler, dans un aussi profond Mathématicien que Kirker, ne doit point en etre surpris: on peut être un Génie en fait de calcul & d'observations, & se servir

vir mal quelquefois de ſa raiſon pour le reſte ; il y a tels Eſprits qui ont beſoin de s'appuyer ſur la Géométrie, & qui tombent quand ils veulent marcher ſeuls. Il n'eſt donc pas étonnant que Kepler, en découvrant ces loix de l'Aſtronomie, n'ait pas connu la raiſon de ces loix.

Cette raiſon eſt, que la force centripète eſt préciſément en proportion inverſe du quarré de la diſtance du centre de mouvement, vers lequel ces forces ſont dirigées ; c'eſt ce qu'il faut ſuivre attentivement. Il faut bien entendre, qu'en un mot cette loi de la gravitation eſt telle, que tout corps qui approche 3. fois plus du centre de ſon mouvement, gravite 9. fois davantage : que s'il s'éloigne 3. fois plus, il gravitera 9. fois moins ; & que s'il s'éloigne 100. fois plus, il gravitera 10000. fois moins.

Raiſon véritable de cette loi trouvée par Neuton.

Un corps ſe mouvant circulairement autour d'un centre, peſe donc en raiſon inverſe du quarré de ſa diſtance actuelle au centre, comme auſſi en raiſon directe de ſa maſſe ; or il eſt démontré que c'eſt la gravitation qui le fait tourner autour de ce

centre, puiſque ſans cette gravitation, il s'en éloigneroit en décrivant une tangente. Cette gravitation agira donc plus fortement ſur un mobile, qui tournera plus vîte autour de ce centre ; & plus ce mobile ſera éloigné, plus il tournera lentement, car alors il peſera bien moins.

C'eſt par cette raiſon que la Terre, quoique 1170. fois plus petite que Jupiter, ne peſe pourtant ſur le Soleil que 8. fois moins que Jupiter; & cela en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances de ces Planetes au Soleil.

Récapitulation des preuves de la gravitation.

Voilà donc cette loi de la gravitation en raiſon du quarré des diſtances, démontrée

1°. Par l'Orbite que décrit la Lune, & par ſon éloignement de la Terre, ſon centre:

2°. Par le chemin de chaque Planete autour du Soleil dans une Ellipſe ;

3°. Par la comparaiſon des diſtances & des révolutions de toutes les Planetes autour de leur centre commun.

Il ne sera pas inutile de remarquer que cette même règle de Kepler, qui sert à confirmer la découverte de Neuton touchant la gravitation, confirme aussi le Systême de Copernic sur le mouvement de la Terre. On peut dire que Kepler par cette seule règle a démontré ce qu'on avoit trouvé avant lui, & a ouvert le chemin aux vérités qu'on devoit découvrir un jour. Car d'un côté il est démontré que si la loi des forces centripètes n'avoit pas lieu, la règle de Kepler seroit impossible; de l'autre il est démontré que suivant cette même règle, si le Soleil tournoit autour de la Terre, il faudroit dire: Comme la révolution de la Lune autour de la Terre en un mois, est à la révolution prétendue du Soleil autour de la Terre en un an, ainsi la racine quarrée du cube de la distance de la Lune à la Terre, est à la racine quarrée du cube de la distance du Soleil à la Terre. Par ce calcul on trouveroit que le Soleil n'est qu'à 510000. lieues de nous; mais il est prouvé qu'il en est au moins à environ 30. millions de lieues; ainsi donc le mouvement de la Terre a été démontré en rigueur par Kepler.

Ces découvertes de Kepler & de Neuton servent à démontrer que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil.

ler. Voici encore une démonſtration bien ſimple tirée des mêmes théorêmes.

Démonſtration du mouvement de la Terre tirée des mêmes loix.

Si la Terre étoit le centre du mouvement du Soleil, comme elle l'eſt du mouvement de la Lune, la révolution du Soleil feroit de 475. ans, au lieu d'une année; car l'éloignement moyen où le Soleil eſt de la Terre, eſt à l'éloignement moyen où la Lune eſt de la Terre, comme 337. eſt à un : or le cube de la diſtance de la Lune eſt 1., le cube de la diſtance du Soleil 38272753 : achevez la règle, & dites : Comme le cube 1. eſt à ce nombre cubé 38272753. ainſi le quarré de 28. qui eſt la révolution périodique de la Lune eſt à un 4e. nombre : vous trouverez que le Soleil mettroit 475. ans au lieu d'une année à tourner autour de la Terre; il eſt donc démontré que c'eſt la Terre qui tourne.

Il ſemble d'autant plus à propos de placer ici ces Démonſtrations, qu'il y a encore des hommes deſtinez à inſtruire les autres en Italie, en Eſpagne, & même en France, qui doutent, ou qui affectent de douter du mouvement de la Terre.

Il

Il eſt donc prouvé par la loi de Kepler & par celle de Neuton, que chaque Planete gravite vers le Soleil, centre de l'Orbite qu'elles décrivent : ces loix s'accompliſſent dans Jupiter par rapport à Jupiter, leur centre : dans les Lunes de Saturne par rapport à Saturne, dans la nôtre par rapport à nous : toutes ces Planetes ſecondaires qui roulent autour de leur Planete centrale gravitent auſſi avec leur Planete centrale vers le Soleil ; ainſi la Lune entraînée autour de la Terre par la force centripète, eſt en même tems attirée par le Soleil autour duquel elle fait auſſi ſa révolution. Il n'y a aucune varieté dans le cours de la Lune, dans ſes diſtances de la Terre, dans la figure de ſon Orbite, tantôt aprochante de l'ellipſe, tantôt du cercle, &c. qui ne ſoit une ſuite de la gravitation en raiſon des changemens de ſa diſtance à la Terre, & de ſa diſtance au Soleil.

Si elle ne parcourt pas exactement dans ſon Orbite des aires égales en tems égaux; Mr. Neuton a calculé tous les cas où cette inégalité ſe trouve : tous dépendent de l'at-

traction du Soleil ; il attire ces 2. Globes en raiſon directe de leurs maſſes, & en raiſon inverſe du quarré de leurs diſtances. Nous allons voir que la moindre variation de la Lune eſt un effet néceſſaire de ces pouvoirs combinez.

CHAPITRE VINGT-UN.

Nouvelles preuves de l'attraction. Que les inégalités du mouvement & de l'Orbite de la Lune ſont néceſſairement les effets de l'attraction.

LA Lune n'a qu'un ſeul mouvement égal, c'eſt ſa rotation autour d'elle-même ſur ſon axe, & c'eſt le ſeul dont nous ne nous appercevons pas: c'eſt ce mouvement qui nous préſente toujours à-peu-près le même diſque de la Lune; de ſorte qu'en

tournant réellement ſur elle-même, elle paroît ne point tourner du tout, & avoir ſeulement un petit mouvement de balancement, de libration, qu'elle n'a point, & que toute l'Antiquité lui attribuoit.

Tous ſes autres mouvemens autour de la Terre ſont inégaux, & doivent l'être ſi la règle de la gravitation eſt vraye. La Lune dans ſon cours d'un mois eſt néceſſairement plus près du Soleil dans un certain point, & dans un certain tems de ſon cours: or dans ce point & dans ce tems ſa maſſe demeure la même : ſa diſtance étant ſeulement changée, l'attraction du Soleil doit changer en raiſon renverſée du quarré de cette diſtance: le cours de la Lune doit donc changer, elle doit donc aller plus vîte en certains tems que l'attraction ſeule de la Terre ne la feroit aller; or par l'attraction de la Terre elle doit parcourir des aires égales en tems égaux, comme vous l'avez déja obſervé au Chapitre 19.

On ne peut s'empêcher d'admirer avec quelle ſagacité Neuton a démêlé toutes ces inégalités, réglé la marche de cette Plane-

te,

te, qui s'étoit dérobée à toutes les recherches des Astronomes; c'est-là sur-tout qu'on peut dire:

Nec propius fas est mortali attingere Divos.

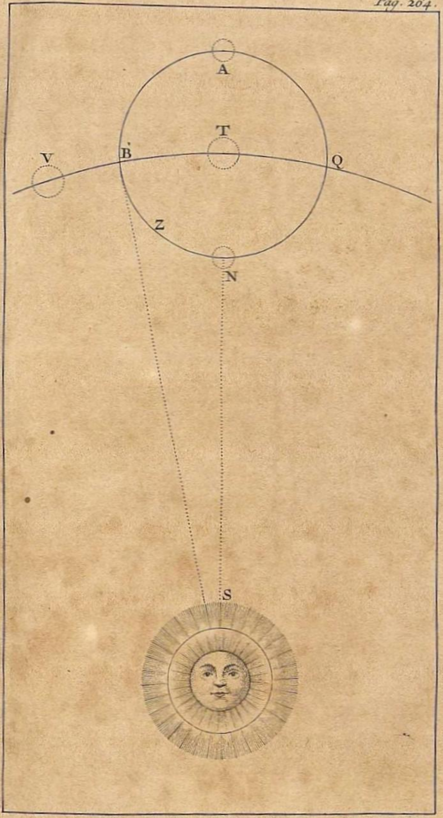
Entre les exemples qu'on peut choisir, prenons celui-ci: Soit A. la Lune: A, B, N, Q. l'Orbite de la Lune: S. le Soleil; B. l'endroit où la Lune se trouve dans son dernier quartier (*). Exemple en preuve.

Elle

(*) On a laissé ce blanc, & renvoyé la suite du Texte avec la Figure aux pages suivantes, pour la commodité du Lecteur.

Elle eſt alors manifeſtement à la même diſtance du Soleil qu'eſt la Terre. La différence de l'obliquité de la ligne de direction de la Lune au Soleil étant comptée pour rien, la gravitation de la Terre & de la Lune vers le Soleil eſt donc la même. Cependant la Terre avance dans ſa route annuelle de T. en V. & la Lune dans ſon cours d'un mois avance en Z.: or en Z. il eſt manifeſte qu'elle eſt plus attirée par le Soleil S. dont elle ſe trouve plus proche que la Terre ; ſon mouvement ſera donc accéléré de Z. vers N. ; l'Orbite qu'elle décrit ſera donc changée, mais comment ſera-t-elle changée ? En s'aplatiſſant un peu, en devenant plus approchante d'une droite depuis Z. vers N. ; ainſi donc de moment en moment la gravitation change le cours & la forme de l'Ellipſe, dans laquelle ſe meut cette Planete.

Par la même raiſon la Lune doit retarder ſon cours, & changer encore la figure de l'Orbite qu'elle décrit, lorſqu'elle repaſſe de la conjonction N. à ſon premier quartier Q ; car puiſque de ſon dernier quar-


A
T
V
B
Q
Z
N
S

quartier elle accéléroit ſon cours en aplatiſſant ſa courbe vers ſa conjonction N. elle doit retarder ce même cours en remontant de la conjonction vers ſon premier quartier.

Mais lorſque la Lune remonte de ce premier quartier vers ſon plein A. elle eſt alors plus loin du Soleil qui l'attire d'autant moins, elle gravite plus vers la Terre. Alors la Lune accélérant ſon mouvement, la courbe qu'elle décrit s'applatit encore un peu comme dans la conjonction; & c'eſt-là l'unique raiſon pour laquelle la Lune eſt plus loin de nous dans ſes quartiers, que dans ſa conjonction & dans ſon oppoſition. La courbe qu'elle décrit eſt une eſpèce d'ovale approchant du cercle à-peu-près en cette maniere.

Ainſi

Ainſi donc le Soleil, dont elle s'approche, ou s'éloigne à chaque inſtant, doit à chaque inſtant varier le cours de cette Planete.

Inégalités du cours de la Lune, toutes cauſées par l'attraction.

Elle a ſon apogée & ſon périgée; ſa plus grande & ſa plus petite diſtance de la Terre; mais les points, les places de cet apogée & de ce périgée, doivent changer.

Elle a ſes nœuds, c'eſt-à-dire, les points où l'Orbite qu'elle parcourt, rencontre préciſément l'Orbite de la Terre; mais ces nœuds, ces points d'interſection, doivent toujours changer auſſi.

Elle a ſon Equateur incliné à l'Equateur de

de la Terre; mais cet Equateur, tantôt plus tantôt moins attiré, doit changer son inclinaison.

Elle suit la Terre malgré toutes ces varietés: elle l'accompagne dans sa course annuelle; mais la Terre dans cette course se trouve d'un million de lieues plus voisine du Soleil en Hyver qu'en Eté. Qu'arrive-t-il alors indépendemment de toutes ces autres variations? L'attraction de la Terre agit plus pleinement sur la Lune en Eté: alors la Lune acheve son cours d'un mois un peu plus vîte; mais en Hyver au contraire, la Terre elle-même plus attirée par le Soleil, & allant plus rapidement qu'en Eté, laisse ralentir le cours de la Lune, & les mois d'Hyver de la Lune sont un peu plus longs que ses mois d'Eté. Ce peu que nous en disons suffira pour donner une idée générale de ces changemens.

Si quelqu'un faisoit ici la difficulté que j'ai entendu proposer quelquefois, comment la Lune étant plus attirée par le Soleil, ne tombe pas alors dans cet Astre? Il n'a d'abord qu'à considerer que la force de gra-

gravitation qui dirige la Lune autour de la Terre est seulement diminuée ici par l'action du Soleil ; nous verrons de plus à l'article des Cometes, pourquoi un corps qui se meut en une Ellipse & qui s'approche de son foyer ne tombe point cependant dans ce foyer.

Déduction de ces vérités.

De ces inégalités du cours de la Lune, causées par l'attraction, vous conclurez avec raison, que deux Planetes quelconques, assez voisines, assez grosses pour agir l'une sur l'autre sensiblement, ne pourront jamais tourner dans des cercles autour du Soleil, ni même dans des Ellipses absolument régulières. Ainsi les courbes que décrivent Jupiter & Saturne, éprouvent, par exemple, des variations sensibles, quand ces Astres sont en conjonction : quand, étant le plus près l'un de l'autre qu'il est possible, & le plus loin du Soleil, leur action mutuelle augmente, & celle du Soleil sur eux diminue.

La gravitation n'est

Cette gravitation augmentée & affoiblie selon les distances, assignoit donc nécessaire-

tement une figure elliptique irréguliére au chemin de la plûpart des Planetes ; ainſi la loi de la gravitation n'eſt point l'effet du cours des Aſtres, mais l'orbite qu'ils décrivent eſt l'effet de la gravitation. Si cette gravitation n'étoit pas comme elle eſt en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, l'Univers ne pourroit ſubſiſter dans l'ordre où il eſt.

point l'effet du cours des Aſtres, mais leur cours eſt l'effet de la gravitation.

Si les Satellites de Jupiter & de Saturne font leur révolution dans des courbes qui ſont plus approchantes du cercle, c'eſt qu'étant très-proches des groſſes Planetes qui ſont leur centre, & très-loin du Soleil, l'action du Soleil ne peut changer le cours de ces Satellites, comme elle change le cours de notre Lune ; il eſt donc prouvé que la gravitation, dont le nom ſeul ſembloit un ſi étrange paradoxe, eſt une loi néceſſaire dans la conſtitution du Monde ; tant ce qui eſt peu vraiſemblable eſt vrai quelquefois.

Souvenons-nous ici combien il ſembloit abſurde autrefois que la figure de la Terre

ne fût pas ſphérique, & cependant il eſt prouvé, comme nous l'avons vu, que la Terre ne peut avoir une forme entiérement ſphérique; il en eſt ainſi de la gravitation.

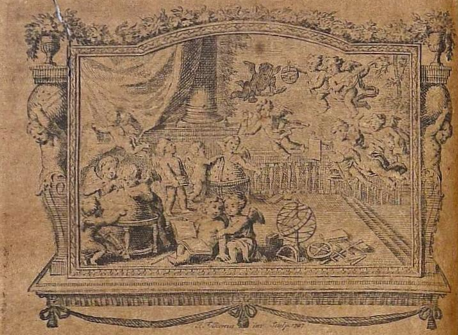
Il n'y a pas à préſent de bon Phyſicien qui ne reconnoiſſe & la règle de Kepler, & la néceſſité d'admettre une gravitation telle que Neuton l'a prouvée; mais il y a encore des Philoſophes attachés à leurs tourbillons de Matiere ſubtile, qui voudroient concilier ces tourbillons imaginaires avec ces Vérités démontrées.

Cette gravitation, cette attraction, peut être un premier Principe établi dans la Nature.

Nous avons déja vu combien ces tourbillons ſont inadmiſſibles; mais cette gravitation méme ne fournit-elle pas une nouvelle démonſtration contr'eux? Car ſuppoſé que ces tourbillons exiſtaſſent, ils ne pourroient tourner autour d'un centre que par les loix de cette gravitation méme; il faudroit donc recourir à cette gravitation, comme à la cauſe de ces tourbillons, & non pas aux tourbillons prétendus, comme à la cauſe de la gravitation.

Si

Si étant forcé enfin d'abandonner ces tourbillons imaginaires, on ſe réduit à dire, que cette gravitation, cette attraction, dépend de quelqu'autre cauſe connue, de quelqu'autre proprieté ſecrette de la Matiere : ou cette autre proprieté ſera elle-même l'effet d'une autre proprieté, ou bien ſera une cauſe primordiale, un premier principe établi par l'Auteur de la Nature ; or pourquoi l'attraction de la Matiere ne ſera-t-elle pas elle-même ce premier principe ?



CHAPITRE VINGT-DEUX.

Nouvelles preuves & nouveaux effets de la gravitation : que ce pouvoir est dans chaque partie de la Matiere ; Découvertes dépendantes de ce principe.

RECueillons de toutes ces notions que la force centripète, l'attraction, la gravitation, est le Principe indubitable & du cours des Planetes, & de la chûte de tous les corps, & de cette pesanteur que nous éprouvons dans les corps. Cette force centripète, cette attraction, n'est & ne

ne peut être le ſimple pouvoir d'un corps d'en appeller un autre à lui: nous la conſidérons ici comme une force dont réſulte le mouvement autour d'un centre; cette force fait graviter le Soleil vers le centre des Planetes, comme les Planetes gravitent vers le Soleil, & attire la Terre vers la Lune, comme la Lune vers la Terre.

Une des loix primitives du mouvement eſt encore une nouvelle Démonſtration de cette Vérité: cette loi eſt que la réaction eſt égale à l'action; ainſi ſi le Soleil gravite ſur les Planetes, les Planetes gravitent ſur lui, & nous verrons au commencement du Chapitre ſuivant en quelle maniere cette grande loi s'opére.

Or cette gravitation agiſſant néceſſairement *en raiſon directe de la maſſe*, & le Soleil étant environ 760 fois plus gros que toutes les Planetes miſes enſemble, (ſans compter les Satellites de Jupiter, & l'anneau & les Lunes de Saturne) il faut que le Soleil ſoit leur centre de gravitation;

ainsi il faut qu'elles tournent toutes autour du Soleil.

Remarque générale & importante sur le principe de l'attraction.

Remarquons soigneusement que, quand nous disons que le pouvoir de gravitation agit *en raison directe des masses*, nous entendons toujours que ce pouvoir de la gravitation agit d'autant plus sur un corps, que ce corps a plus de parties, & nous l'avons démontré en faisant voir qu'un brin de paille descend aussi vîte dans la Machine purgée d'air, qu'une livre d'or. Nous avons dit (en faisant abstraction de la petite résistance de l'air) qu'une balle de plomb, par exemple, tombe de 15. pieds sur la Terre en une seconde: nous avons démontré que cette même balle tomberoit de 15. pieds en une minute, si elle étoit à 60. rayons de la Terre comme est la Lune; donc le pouvoir de la Terre sur la Lune est au pouvoir qu'elle auroit sur une balle de plomb transportée à l'élévation de la Lune, comme le corps solide de la Lune feroit avec le corps solide de cette petite balle. C'est en cette proportion que le Soleil agit sur toutes les Planetes; il attire Jupiter & Saturne, & les Satellites de Jupiter & de Saturne, en

raison

raiſon directe de la matiere ſolide, qui eſt dans les Satellites de Jupiter & de Saturne, & de celle qui eſt dans Saturne & dans Jupiter.

De-là il découle une Vérité inconteſtable, que cette gravitation n'eſt pas ſeulement dans la maſſe totale de chaque Planete, mais dans chaque partie de cette maſſe; & qu'ainſi il n'y a pas un atome de matiere dans l'Univers, qui ne ſoit revêtu de cette proprieté.

Nous choiſirons ici la maniere la plus ſimple dont Neuton a démontré que cette gravitation eſt également dans chaque atome. Si toutes les parties d'un Globe n'avoient pas également cette proprieté: s'il y en avoit de plus foibles & de plus fortes, la Planete en tournant ſur elle-même préſenteroit néceſſairement des côtés plus foibles, & enſuite des côtés plus forts à pareille diſtance; ainſi les mêmes corps dans toutes les occaſions poſſibles éprouvent tantôt un degré de gravitation, tantôt un autre à pareille diſtance; la loi de la raiſon inverſe des quarrés des diſtances & la loi de Kepler

La gravitation, l'attraction, eſt dans toutes les parties de la matiere également.

ſeroient toujours interverties ; or elles ne le ſont pas ; donc il n'y a dans toutes les Planetes aucune partie moins gravitante qu'une autre.

En voici encore une Démonſtration. S'il y avoit des corps en qui cette proprieté fût différente, il y auroit des corps qui tomberoient plus lentement & d'autres plus vîte dans la Machine du vuide : or tous les corps tombent dans le même-tems, tous les pendules mêmes font dans l'air de pareilles vibrations à égale longueur : les pendules d'or, d'argent, de fer, de bois d'Erable, de verre, font leurs vibrations en tems égaux ; donc tous les corps ont cette proprieté de la gravitation précisément dans le même degré, c'eſt-à-dire, préciſément comme leurs maſſes ; de ſorte que la gravitation agit comme 100. ſur 100. atomes, & comme 10. ſur 10. atomes.

De Vérité en Vérité on s'éleve inſenſiblement à des connoiſſances qui ſembloient être hors de la ſphére de l'Eſprit humain.

Neuton a osé calculer à l'aide des seules loix de la gravitation, quelle doit être la pesanteur des corps dans d'autres Globes que le nôtre: ce que doit peser dans la Lune, dans Saturne, dans le Soleil, le même corps que nous appellons ici une livre; & comme ces différentes pesanteurs dépendent directement de la masse des Globes, il a fallu calculer quelle doit être la masse de ces Astres. Qu'on dise après cela que la gravitation, l'attraction, est une qualité occulte: qu'on ose appeller de ce nom une loi universelle, qui conduit à de si étonnantes découvertes.

Calcul hardi & admirable de Neuton.

Il n'est rien de plus aisé que de connoître la grosseur d'un Astre quelconque, dès qu'on connoît son diametre; car le produit de la circonférence du grand Cercle par le diametre donne la surface de l'Astre, & le tiers du produit de cette surface par le rayon fait la grosseur.

Mais en connoissant cette grosseur, on ne connoît point du tout la masse, c'est-à-dire, la quantité de la matiere que l'Astre

contient ; on ne le peut ſavoir que par cette admirable découverte des loix de la gravitation.

Comment on peut connoître la quantité de matiere d'un Aſtre, & ce que les mêmes corps peſent ſur les divers Aſtres.

1°. *Quand on dit* denſité, quantité de matiere, *dans un Globe quelconque, on entend que la matiere de ce Globe eſt homogène ; par exemple, que tout pied cubique de cette matiere eſt également peſant.*

2°. *Tout Globe attire en raiſon directe de ſa maſſe ; ainſi toutes choſes égales, un Globe qui aura* 10. *fois plus de maſſe, attirera* 10. *fois davantage qu'un corps* 10. *fois moins maſſif n'attirera à pareille diſtance.*

3°. *Il faut abſolument conſiderer la groſſeur, la circonférence de ce Globe quelconque ; car plus la circonférence eſt grande, plus la diſtance au centre augmente, & il attire en raiſon renverſée du quarré de cette diſtance. Exemple, ſi le diametre de la Planete A. eſt* 4. *fois plus grand que celui de la Planete B. toutes deux ayant également de matiere, la Planete A. attirera les corps à ſa ſuperficie* 16 *fois moins que la Planete B. & ce qui peſera une livre ſur la Planete A. peſera* 16. *livres ſur la Planete B.*

4°. *Il faut ſavoir ſur-tout en combien de tems*

tems les mobiles attirés par ce Globe duquel on cherche la densité, font leur révolution autour de ce Globe; car, comme nous l'avons vu au Chapitre 19. *tout corps circulant autour d'un autre, gravite d'autant plus qu'il tourne plus vîte; or il ne gravite davantage que par l'une de ces deux raisons, ou parce qu'il s'approche plus du centre qui l'attire, ou parce que ce centre attirant contient plus de matiere. Si donc je veux savoir la densité du Soleil par rapport à la densité de notre Terre, je dois comparer le tems de la révolution d'une Planete comme Venus autour du Soleil, avec le cours de la Lune autour de notre Terre, & la distance de Venus au Soleil avec la distance de la Lune à la Terre.*

50. *Voici comme je procéde. La quantité de matiere du Soleil, par rapport à celle de la Terre, est comme le cube de la distance de Venus au centre du Soleil est au cube de la distance de la Lune au centre de la Terre (prenant la distance de Venus au Soleil* 257. *fois plus grande que celle de la Lune à la Terre), & aussi en raison réciproque du quarré du tems périodique de Venus autour du Soleil, au quarré du tems périodique de la Lune autour de la Terre.*

Cette opération faite, en ſuppoſant toujours que le Soleil eſt à la Terre en groſſeur comme un million à l'unité, & en comptant rondement, vous trouverez que le Soleil, plus gros que la Terre un million de fois, n'a que 250000. *fois ou environ plus de matiere.*

Cela ſuppoſé, je veux ſavoir quelle proportion ſe trouve entre la force de la gravitation à la ſurface du Soleil, & cette même force à la ſurface de la Terre; je veux ſavoir en un mot combien peſe ſur le Soleil ce qui peſe ici une livre.

Pour y parvenir, je dis: La force de cette gravitation dépend directement de la denſité des Globes attirants, & de la diſtance du centre de ces Globes aux corps peſants ſur ces Globes: or les corps peſants ſe trouvants à la ſuperficie du Globe, leur diſtance eſt préciſément le rayon du Globe; mais le rayon du Globe de la Terre eſt à celui du Soleil comme 1. *eſt à* 100. *& la denſité reſpective de la Terre eſt à celle du Soleil comme* 4. *eſt à* 1. *Dites donc: comme* 100, *rayon du Soleil multiplié par un, eſt à* 4, *denſité de la Terre multipliée par* 1. *ainſi eſt la peſan-*

pesanteur des corps sur la surface du Soleil à la pesanteur des même corps sur la surface de la Terre : ce rapport de 100. *à* 4. *réduit aux plus petits termes , est comme* 25. *à* 1. ; *donc une livre pese* 25. *livres sur la surface du Soleil, ce que je cherchois.*

J'ai supposé ici les densités respectives de la Terre & du Soleil comme 4. *&* 1., *mais ce n'est pas tout-à-fait* 4 ; *aussi la pesanteur des corps sur la surface du Soleil est à celle des corps sur la Terre environ comme* ~~[illegible]~~ 24, *& non pas comme* 25. *à* 1.

On ne peut avoir les mêmes notions de toutes les Planetes, car celles qui n'ont point de Lunes , point de Satellites, manquant de Planetes de comparaison, ne peuvent être soumises à nos recherches ; ainsi nous ne savons point le rapport de gravitation qui est entre Mercure, Mars , Venus & nous , mais nous savons celui des autres Planetes.

Je vais donner une petite Théorie de tout notre Monde Planétaire, tel que les découvertes de Neuton servent à le faire connoître ;

tre; ceux qui voudront ſe rendre une raiſon plus approfondie de ces calculs, liront Neuton lui-même, ou Grégory, ou Mr. de Graveſande. Il faut ſeulement avertir qu'en ſuivant les proportions découvertes par Neuton, nous nous ſommes attachés au calcul Aſtronomique de l'Obſervatoire de Paris. Quel que ſoit le calcul, les proportions & les preuves ſont les mêmes.

CHAPITRE VINGT-TROIS.

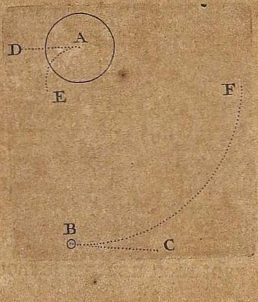
Théorie de notre Monde Planétaire.

LE SOLEIL.

LE Soleil eſt au centre de notre Monde Planétaire & doit y être néceſſairement. Ce n'eſt pas que le point du milieu du Soleil ſoit préciſément le centre de l'Univers ; mais ce point central vers lequel notre Univers gravite, eſt néceſſairement dans le corps de cet Aſtre, & toutes les Planetes, ayant reçu une fois le mouvement de

de projectile, doivent toutes tourner autour de ce point, qui est dans le Soleil. En voici la preuve.

Soient ces deux Globes A. & B. le plus grand représentant le Soleil, le plus petit représentant une Planete quelquonque. S'ils sont abandonnés l'un & l'autre à la loi de la gravitation, & libres de tout autre mouvement, ils seront attirés en raison directe de leurs masses : ils seront déterminés en ligne perpendiculaire l'un vers l'autre ; & A. plus gros un million de fois que B. forcera B. à se jetter vers lui un million de fois plus vîte que le Globe A. n'ira vers B.



Mais

Mais qu'ils ayent l'un & l'autre un mouvement de projectile en raison de leurs masses, la Planete en B, C. le Soleil en A, D.: alors la Planete obéït à 2. mouvemens: elle suit la ligne B, C. & gravite en même-tems vers le Soleil suivant la ligne B, A; elle parcourera donc la ligne courbe B, F. le Soleil de même suivra la ligne A, E; & gravitant l'un vers l'autre, ils tourneront autour d'un centre commun. Mais le Soleil surpassant un million de fois la Terre en grosseur, & la courbe A, E. qu'il décrira étant un million de fois plus petite que celle que décrit la Terre, ce centre commun est nécessairement presqu'au milieu du Soleil.

Démonstration du mouvement de la Terre autour du Soleil tirée de la gravitation.

Il est démontré encore par-là que la Terre & les Planetes tournent autour de cet Astre; & cette démonstration est d'autant plus belle & plus puissante, qu'elle est indépendante de toute observation, & fondée sur la Mécanique primordiale du Monde.

Grosseur du Soleil.

Si l'on fait le Diametre du Soleil égal à cent Diametres de la Terre, & si par conséquent il surpasse un million de fois la Terre en grosseur, il est 760. fois plus gros que toutes les Planetes ensemble, en ne comptant ni les Satellites de Jupiter ni l'Anneau de Saturne. Il gravite vers les Planetes & les fait graviter toutes vers lui; c'est cette gravitation qui les fait circuler en les retirant de la tangente, & l'attraction que le Soleil exerce sur elles, surpasse celles qu'elles exercent sur lui, autant qu'il les surpasse en quantité de matiere. Ne perdez jamais de vûe que cette attraction réciproque n'est autre chose que la loi des mobiles gravitants tous & tournants tous vers un centre commun.

Il tourne sur lui-même autour du centre commun du Monde planétaire.

Le Soleil tourne donc sur ce centre commun, c'est-à-dire sur lui-même en 25. jours & ½. son point de milieu est toujours un peu éloigné de ce centre commun de gravité, & le corps du Soleil s'en éloigne à proportion que plusieurs Planetes en conjonction l'attirent vers elles; mais quand toutes les Planetes se trouveroient d'un côté & le Soleil d'un

d'un autre, le centre commun de gravité du Monde Planétaire ſortiroit à peine du Soleil, & leurs forces réunies pourroient à peine déranger & remuer le Soleil d'un Diametre entier.

Il change donc réellement de place à tout moment, à meſure qu'il eſt plus ou moins attiré par les Planetes : & ce petit approchement du Soleil rétablit le dérangement que les Planetes opérent les unes ſur les autres ; ainſi le dérangement continuel de cet Aſtre entretient l'ordre de la Nature.

Il change toujours de place.

Quoiqu'il ſurpaſſe un million de fois la Terre en groſſeur, il n'a pas un million plus de matiere, comme on l'a déja dit.

S'il étoit en effet un million de fois plus ſolide, plus plein que la Terre, l'ordre du Monde ne ſeroit pas tel qu'il eſt ; car les révolutions des Planetes & leurs diſtances à leur centre dépendent de leur gravitation, & leur gravitation dépend en raiſon directe

de la quantité de la matiere du Globe où eſt leur centre; donc ſi le Soleil ſurpaſſoit à un tel excès notre Terre & notre Lune en matiere ſolide, ces Planetes ſeroient beaucoup plus attirées, & leurs Ellipſes très-dérangées.

En ſecond lieu la matiere du Soleil ne peut-être comme ſa groſſeur; car ce Globe étant tout en feu, la rarefaction eſt néceſſairement fort grande, & la matiere eſt d'autant moindre que la rarefaction eſt plus forte.

Sa denſité.

Par les loix de la gravitation il paroît que le Soleil n'a que 250000. fois plus de matiere que la Terre; or le Soleil un million plus gros n'étant que le quart d'un million plus matériel, la Terre un million de fois plus petite aura donc à proportion 4. fois plus de matiere que le Soleil, & ſera quatre fois plus denſe.

Le même corps en ce cas, qui peſe ſur la ſurface de la Terre comme une livre, peſeroit ſur la ſurface du Soleil comme 25. li-

livres ; mais cette proportion eſt de 27. à l'unité, parce que la Terre n'eſt pas en effet 4. fois plus denſe.

Le même corps qui tombe ici de 15. pieds dans la 1ere. ſeconde, tombera d'environ 415. pieds ſur la ſurface du Soleil, toutes choſes d'ailleurs égales.

En quelle proportion les corps tombent ſur le Soleil.

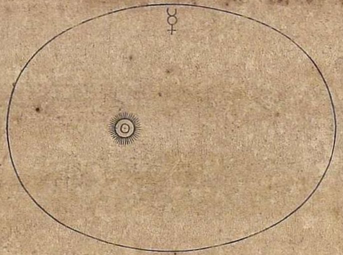
Le Soleil perd toujours, ſelon Neuton, un peu de ſa ſubſtance, & ſeroit dans la ſuite des ſiècles réduit à rien, ſi les Cometes, qui tombent de tems en tems dans ſa Sphére, ne ſervoient à réparer ſes pertes; car tout s'altére & tout ſe répare dans l'Univers.

MERCURE.

Depuis le Soleil juſqu'à onze à douze millions de nos lieues ou environ, il ne paroît aucun Globe.

A 11. ou 12. millions de nos lieues du Soleil eſt Mercure dans ſa moyenne diſtance. C'eſt la plus excentrique de toutes les Planetes : elle tourne dans une Ellipſe qui la

met dans ſon périhélie près d'un tiers plus près que dans ſon aphélie ; telle eſt à-peu-près la courbe qu'elle décrit.



Mercure eſt à-peu-près 27. fois plus petit que la Terre ; il tourne autour du Soleil en 88. jours, ce qui fait ſon année.

Idée de Neuton ſur la denſité du corps de Mercure.

Sa révolution ſur lui-même qui fait ſon jour eſt inconnue ; on ne peut aſſigner ni ſa peſanteur, ni ſa denſité. On ſait ſeulement que ſi Mercure eſt préciſément une Terre comme la nôtre, il faut que la matiere de ce Globe ſoit environ 8. fois plus denſe que la nôtre, pour que tout n'y ſoit pas dans un degré d'effervescence qui tueroit en un inſtant des Animaux de notre eſpèce, & qui feroit évaporer toute matie-

re

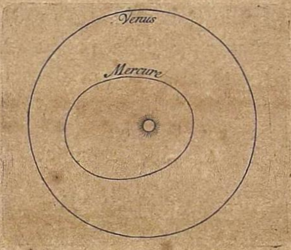
re de la consistence de eaux de notre Globe.

Voici la preuve de cette assertion. Mercure reçoit environ 7. fois plus de lumiere que nous, à raison du quarré des distances, parce qu'il est environ 2. fois $\frac{2}{3}$ plus près du centre de la lumiere & de la chaleur; donc il est 7. fois plus étouffé, toutes choses égales. Or sur notre Terre la grande chaleur de l'Eté étant augmentée environ 7. à 8. fois, fait incontinent bouillir l'eau à gros bouillons; donc il faudroit que tout fût environ 7. fois plus dense qu'il n'est, pour résister à 7. ou 8. fois plus de chaleur que le plus brûlant Eté n'en donne dans nos Climats; donc Mercure doit être au moins 7. fois plus dense que notre Terre, pour que les mêmes choses qui sont dans notre Terre puissent subsister dans le Globe de Mercure, toutes choses égales. Au reste, si Mercure reçoit environ 7. fois plus de rayons que notre Globe, parce qu'il est environ 2. fois $\frac{2}{3}$ plus près du Soleil, par la même raison le Soleil paroît, de Mercure, environ 7. fois plus grand, que de notre Terre.

V E N U S.

Après Mercure eſt Venus à 21. ou 22. millions de lieues du Soleil dans ſa diſtance moyenne ; elle eſt groſſe comme la Terre, ſon année eſt de 224. jours. On ne ſait pas encore ce que c'eſt que ſon jour, c'eſt-à-dire, ſa révolution ſur elle-même. De très-grands Aſtronomes croyent ce jour de 23. heures, d'autres le croyent de 25. de nos jours. On n'a pas pu encore faire des obſervations aſſez ſûres pour ſavoir de quel côté eſt l'erreur ; mais cette erreur, en tout cas, ne peut-être qu'une mépriſe des yeux, une erreur d'obſervation, & non de raiſonnement.

L'Ellipſe que Venus parcourt dans ſon année eſt moins excentrique que celle de Mercure ; on peut ſe former quelqu'idée du chemin de ces 2. Planetes autour du Soleil par cette figure.



Il n'eſt pas hors de propos de remarquer ici que Venus & Mercure ont par rapport à nous des Phaſes différentes ainſi que la Lune. On reprochoit autrefois à Copernic, que dans ſon Syſtême ces Phaſes devoient paroître, & on concluoit que ſon Syſtême étoit faux, parce qu'on ne les appercevoit pas. Si Venus & Mercure, lui diſoit-on, tournent autour du Soleil, & que nous tournions dans un plus grand cercle, nous devons voir Mercure & Venus, tantôt pleins tantôt en croiſſant, &c. ; mais c'eſt ce que nous ne voyons jamais. C'eſt pourtant ce qui arrive, leur diſoit Copernic, & c'eſt-ce que vous verrez, ſi vous trouvez jamais un moyen de perfectionner votre vûe. L'invention des Teleſcopes & les obſervations de Galilée ſervirent bien-tôt à accomplir la pré-

Prédiction de Copernic ſur les Phaſes de Venus.

prédiction de Copernic. Au reste, on ne peut rien assigner sur la masse de Venus & sur la pesanteur des corps dans cette Planete.

LA TERRE.

Après Venus est notre Terre placée à 30. millions de lieues du Soleil, ou environ, au moins dans sa moyenne distance.

Elle est à-peu-près un million de fois plus petite que le Soleil : elle gravite vers lui, & tourne autour de lui dans une Ellipse en 365. jours, 5. heures & 48. minutes ; & fait au moins 180. millions de lieues par an. L'Ellipse qu'elle parcourt est très-dérangée par l'action de la Lune sur elle, & tandis que le centre commun de la Terre & de la Lune décrit une Ellipse véritable, la Terre décrit en effet cette courbe à chaque Lunaison.

Quelle est la cause de la rotation journaliére de la Terre.

Son mouvement de rotation sur son axe d'Occident en Orient constitue son jour de 23. heures, 56. minutes. Ce mouvement n'est point l'effet de la gravitation. Il paroît sur-tout impossible de recourir ici à cette raison suffisante dont parle le grand Philosophe Leibnitz. Il faut absolument avouer que les Planetes & le Soleil pouvoient tourner d'Orient en Occident; donc il faut convenir que cette rotation d'Occident en Orient est l'effet de la volonté libre du Créateur, & que cette volonté libre est l'unique raison suffisante de cette rotation.

La Terre a un autre mouvement que ses Poles achevent en 25920. années: c'est la gravitation vers le Soleil & vers la Lune qui cause évidemment ce mouvement; ce que nous prouverons dans le Chapitre ~~suivant.~~ vingt cinq

La

La Terre éprouve encore une révolution beaucoup plus étrange, dont la cause est plus cachée, dont la longueur étonne l'imagination, & qui sembleroit promettre au Genre Humain une durée que l'on n'oseroit concevoir. Cette période est selon toutes les apparences d'un million neuf cens quarante-quatre mille ans. C'est ici le lieu d'insérer ce qu'on sait de cette étonnante découverte avant que de finir le Chapitre de la Terre.

DIGRESSION

Sur la Période de 1944000. *ans nouvellement découverte.*

L'Egypte & une partie de l'Asie, d'où nous sont venues toutes les Sciences qui semblent circuler dans l'Univers, conservoient autrefois une Tradition immémoriale, vague, incertaine, mais qui ne pouvoit être sans fondement. On disoit qu'il s'étoit fait des changemens prodigieux dans notre Globe, & dans le Ciel par rapport à notre Globe. La seule inspection de la Ter-

re

re donnoit un grand poids à cette opinion.

On voit que les Eaux ont ſucceſſivement couvert & abandonné les lits qui les contiennent; des Végétaux, des Poiſſons des Indes, trouvés dans les pétrifications de nonotre Europe, des Coquillages entaſſés ſur des Montagnes, rendent aſſez témoignage à cette ancienne Vérité.

Ovide en expoſant la Philoſophie de Pithagore, & en faiſant parler ce Philoſophe inſtruit par les Sages de l'Aſie, parloit au nom de tous les Philoſophes d'Orient, lorſqu'il diſoit:

Nil equidem durare diu ſub imagine eâdem
Crediderim; ſic ad ferrum veniſtis ab auro
Sæcula, ſic toties verſa eſt fortuna locorum.
Vidi ego quod fuerat quondam ſolidiſſima Tellus
Eſſe Fretum: vidi factas ex Æquore Terras:
Et procul à pelago Conchæ jacuere marinæ:
Quodque fuit Campus Vallem decurſus aquarum
Fecit; & eluvie Mons eſt deductus in Æquor,
Eque paludoſa ſiccis humus aret arenis.

On peut rendre ainſi le ſens de ces Vers.

Le

Le Tems qui donne à tout le mouvement & l'être,
Produit, acroît, détruit, fait mourir, fait renaître,
Change tout dans les Cieux, ſur la Terre & dans l'Air;
L'Age d'Or à ſon tour ſuivra l'Age de Fer:
Flore embellit des Champs l'aridité ſauvage:
La Mer change ſon lit, ſon flux & ſon rivage:
Le limon qui nous porte eſt né du ſein des Eaux:
Le Caucaſe eſt ſemé du débris des Vaiſſeaux:
Bien-tôt la main du Tems applanit les Montagnes,
Il creuſe les Vallons, il étend les Campagnes;
Tandis que l'Eternel, le Souverain des tems,
Eſt ſeul inébranlable en ces grands changemens.

Voilà quelle étoit l'opinion de l'Orient, & ce n'eſt pas lui faire tort de la rapporter en vers, ancien langage de la Philoſophie.

A ces témoignages que la Nature donne de tant de révolutions qui ont changé la face de la Terre, ſe joignoit cette idée des anciens Egyptiens, Peuple autrefois Géometre

metre & Aſtronome, avant que la Superſtition & la Molleſſe en euſſent fait un Peuple mépriſable. Cette idée étoit que le Soleil s'étoit levé pendant des Siècles à l'Occident; il eſt vrai que c'étoit une Tradition auſſi obſcure que les Hiéroglyphes. Hérodote, qu'on peut regarder comme un Auteur trop récent, & par conſéquent de trop peu de poids à l'égard de telles Antiquités, rapporte au Livre d'Euterpe que, ſelon les Prêtres Egyptiens, le Soleil dans l'eſpace de onze mille trois cens quarante ans, (& les années des Egyptiens étoient de 365. jours) s'étoit levé deux fois où il ſe couche, & s'étoit couché deux fois où il ſe lève, ſans qu'il y eût eu le moindre changement en Egypte, malgré cette variation du cours du Soleil.

Ou les Prêtres qui avoient raconté cet Evénement à Hérodote, s'étoient bien mal expliqués, ou Hérodote les avoit bien mal entendus. Car que le Soleil eût changé ſon cours, c'étoit une Tradition qui pouvoit être probable pour des Philoſophes; mais qu'en onze mille & quelques années, les Points cardinaux euſſent changé deux fois, cela

cela étoit impossible. Ces deux révolutions, comme nous l'allons voir, ne pourroient s'opérer qu'en près de quatre millions d'années. La révolution entiére des Poles de l'Ecliptique ou de l'Equateur s'acheve en près de 1944000. années, & cette révolution de l'Ecliptique & de l'Equateur peut seule, à l'aide du mouvement journalier de la Terre, tourner notre Globe successivement à l'Orient, au Midi, à l'Occident, au Septentrion. Ainsi ce n'est que dans une Période de deux fois 1944000. années que notre Globe peut voir deux fois le Soleil se coucher à l'Occident, & non pas en 110. Siècles seulement, selon le rapport vague des Prêtres de Thèbes, & d'Hérodote, le Pere de l'Histoire & du mensonge.

Il est encore impossible que ce changement se fût fait sans que l'Egypte s'en fût ressentie; car si la Terre en tournant journellement sur elle-même eût successivement fourni son année d'Occident en Orient, puis du Nord au Sud, d'Orient en Occident, du Sud au Nord en se relevant sur son axe, on voit clairement que l'Egypte eût changé de position comme tous les Climats de la Terre.

Terre. Les pluyes qui tombent aujourd'hui depuis ſi long-tems du Tropique du Capricorne, & qui fertiliſent l'Egypte en groſſiſſant le Nil, auroient ceſſé. Le terrain de l'Egypte ſe fût trouvé dans une Zone glaciale, le Nil & l'Egypte auroient diſparu.

Platon, Diogène de Laërce & Plutarque ne parlent pas plus intelligiblement de cette révolution ; mais enfin ils en parlent, ils ſont des témoins qui reſtent encore d'une Tradition preſque perdue.

Voici quelque choſe de plus frappant & de plus circonſtancié. Les Philoſophes de Babylone comptoient, au tems de l'entrée d'Aléxandre dans leur Ville, quatre cens trente mille ans depuis leurs premiéres Obſervations Aſtronomiques, l'Année Babylonienne n'étant que de 360. jours ; mais cette Epoque de 403000. ans a été regardée comme un Monument de la vanité d'une Nation vaincue, qui vouloit, ſelon la coutume de tous les Peuples & de tous les Particuliers, regagner par ſon antiquité la gloire qu'elle perdoit par ſa foibleſſe.

Enfin les Sciences ayant été apportées parmi nous, & s'étant peu-à-peu cultivées, le Chevalier de Louville, diſtingué parmi la foule de ceux qui ont fait honneur au Siècle de Louïs XIV. alla exprès à Marſeille en 1714. pour voir ſi l'obliquité de l'Ecliptique y paroiſſoit la même qu'elle avoit été obſervée & fixée par Pitheas, il y avoit plus de 2000. ans. Il trouva cette obliquité de l'Ecliptique, c'eſt-à-dire, l'angle formé par l'axe de l'Equateur & par l'axe de l'Ecliptique, moindre de 20. minutes que Pitheas ne l'avoit trouvé. Quel rapport de cet angle diminué de 20. minutes avec l'opinion de l'ancienne Egypte ? avec les 403000. ans dont ſe vantoit Babylone ? avec une Période du Monde de près de deux millions d'années, & même, ſelon l'Obſervation du Chevalier de Louville, de plus de deux millions ? Il faut voir l'uſage qu'il en fit, & comment il en doit réſulter un jour une Aſtronomie toute nouvelle.

Si l'angle que l'axe de l'Equateur fait avec l'axe de l'Ecliptique eſt plus petit aujourd'hui de 20. minutes, qu'il ne l'étoit il y a

2000.

2000. ans, l'axe de la Terre en se relevant sur le Plan de l'Ecliptique, s'en approche d'un degré entier en 6000. ans.

Que cet angle, P. E. soit, par exemple, d'environ 23. degrés & ½ aujourd'hui, & qu'il décroisse toujours jusqu'à ce qu'il devienne nul, & qu'il recommence ensuite pour accroître & décroître encore, il arrivera certainement que dans 23. fois & ½. six mille ans, c'est-à-dire, dans 141000. années, notre Ecliptique & notre Equateur coïncideront dans tous leurs points: le Soleil sera dans l'Equateur, ou du-moins s'en éloignera très-peu pendant plusieurs Siècles; les Jours, les Nuits, les Saisons seront égaux sur toute la Terre. Il se trouve selon le calcul de l'Astronome Français, calcul un peu réformé depuis, que l'axe de l'Ecliptique avoit été perpendiculaire à celui de l'Equateur, il y a environ 399000. de nos années, supposé que le Monde eût existé alors. Otez de ce nombre le tems qui s'est écoulé depuis l'entrée triomphante d'Aléxandre dans Babylone, on verra avec étonnement que ce calcul se rapporte assez juste avec les 403000. années de 360. jours que comp-

toient les Babyloniens: on verra qu'ils commençoient ce compte précisément au point où le Pole de la Terre avoit regardé le Bélier, & où la Terre dans sa course annuelle avoit été du Midi au Nord; enfin où le Soleil se levoit & se couchoit aux Régions du Ciel où sont aujourd'hui les Poles.

Il y a quelque apparence que les Astronomes Chaldéens avoient fait la même opération, & par conséquent le même raisonnement que le Philosophe Français: ils avoient mesuré l'obliquité de l'Ecliptique, ils l'avoient trouvée décroissante: & remontant par leurs calculs jusqu'à un Point Cardinal, ils avoient compté du point où l'Ecliptique & l'Equateur avoient fait un angle de 90. degrés; point qu'on pourroit considérer comme le commencement, ou la fin, ou la moitié, ou le quart de cette Période énorme.

Par-là l'Enigme des Egyptiens étoit débrouillée, le compte des Chaldéens justifié, le rapport d'Hérodote éclairci, & l'Univers flatté d'un long avenir, dont la durée plaît à l'imagination des hommes; quoique cette com-

comparaiſon faſſe encore paroître notre vie plus courte.

On s'oppoſa beaucoup à cette découverte du Chevalier de Louville, & parce qu'elle étoit bien étrange, & parce qu'elle ne ſembloit pas encore aſſez conſtatée. Un Académicien avoit, dans un Voyage en Egypte, meſuré une Pyramide : il en avoit trouvé les 4. faces expoſées aux 4. Points Cardinaux ; donc les Méridiens, diſoit-on, n'avoient pas changé depuis tant de Siècles ; donc l'obliquité de l'Ecliptique, qui par ſa diminution eût du changer tous les Méridiens, n'avoit pas en effet diminué. Mais ces Pyramides n'étoient point une Barriére invincible à ces découvertes nouvelles ; car étoit on bien ſûr que les Architectes de la Pyramide ne ſe fuſſent pas trompés de quelques minutes ? La plus inſenſible aberration, en poſant une pierre, eût ſuffi ſeule pour opérer cette erreur. D'ailleurs, l'Académicien n'avoit-il pas négligé cette petite différence, qui peut ſe trouver entre les Points où le Soleil doit marquer les Equinoxes & les Solſtices ſur cette Pyramide, ſuppoſé que rien n'ait changé, & les Points où il

les marque en effet ? N'auroit-il pas pu se tromper dans les fables de l'Egypte où il opéroit par pure curiosité, puisque Ticho-Brahé lui-même s'étoit trompé de 18. minutes dans la position de la Méridienne d'*Uranibourg*, de sa Ville du Ciel, où il rapportoit toutes ses Observations ; mais Ticho-Brahé s'étoit-il en effet trompé de 18. minutes, comme on le prétend ? Ne se pouvoit-il pas encore, que cette différence trouvée entre la vraye Méridienne d'*Uranibourg*, & celle de Ticho-Brahé, vint en partie du changement même du Ciel, & en partie des erreurs presqu'inévitables, commises & par Ticho-Brahé & par ceux qui l'ont corrigé?

Mais aussi le Chevalier de Louville s'étoit pu tromper lui-même, & avoir vu un décroissement d'obliquité qui n'existe point. Pitheas sur-tout étoit vraisemblablement la source de toutes ces erreurs : il avoit observé comme la plûpart des Anciens avec peu d'exactitude : il étoit donc de la prudence, avec laquelle on procéde aujourd'hui en Physique, d'attendre de nouveaux éclaircissemens ; ainsi le petit nombre qui peut juger de ce grand différend demeura dans le silence.

En-

Enfin, en 1734. M. Godin (l'un des Philosophes que l'amour de la Vérité vient de conduire au Pérou) reprit le fil de ces découvertes: il ne s'agit plus ici de l'examen d'une Pyramide sur laquelle il restera toujours des difficultés; il faut partir de la fameuse Méridienne tracée en 1655. par Dominique Cassini dans l'Eglise de St. Pétrone, avec une précision dont on est plus sûr que de celle des Architectes des Pyramides. L'obliquité de l'Ecliptique qui en résultoit est de 23. d. 29'. 15''. mais on ne peut plus douter par les dernieres Observations, que cet angle de l'Ecliptique & de l'Equateur ne soit à présent de 23. d. 28'. 20''. à-peu-près, à moins que les réfractions, qui entrent dans la détermination de la hauteur du Pole faite par l'Etoile Polaire, & par conséquent aussi dans celle de l'élévation de l'Equateur & de l'obliquité de l'Ecliptique, ne soient un peu changées depuis ce tems: changement qu'on commence à soupçonner par la différence des élévations du Pole, trouvées dans les mêmes Villes après quelque espace de tems, comme dans celles de Londres, d'Amsterdam & de Coppenhague;

quoique ces Obſervations ne ſuffiſent pas encore pour nous aſſûrer entiérement, que de ſiècle en ſiècle l'air ſe trouve tantôt plus, tantôt moins tranſparent. Il eſt vrai qu'on a découvert depuis peu, & démontré infailliblement, que les réfractions de deux endroits, même à très-peu de diſtance l'un de l'autre, peuvent différer quelquefois au delà de l'opinion ; ce qui oblige à préſent un Obſervateur exact de bien déterminer, avant toutes choſes, les réfractions de ſon Horizon, s'il veut que ſes obſervations ſoient accréditées ; mais l'on ſait auſſi que, ſelon l'expérience de Mr. Huygens, en laiſſant une Lunette dans une ſituation conſtante, & dirigée vers la pointe de quelque Clocher élevé, depuis midi juſqu'au ſoir, l'on y verra cette pointe toujours plus élevée ſur le déclin du jour, qu'à midi, & que par conſéquent l'air peut changer de tranſparence. Cependant comme tout cela ne contribue rien à un changement, tel que celui qu'on pourroit ſoupçonner de ſe mêler au Phénomêne de cette queſtion, on auroit tort d'admettre un fait auſſi douteux, vû qu'on n'en a point encore de preuves convaincantes, ni de raiſons Phyſiques.

A l'égard des Pyramides d'Egypte, & de la constance des Méridiens, qui semble contraire à cette mobilité des Poles de l'Equateur, il est à propos de remarquer encore, qu'en supposant la figure de la Terre, non pas sphéroïde, comme elle l'est véritablement, mais exactement sphérique, ce mouvement du Plan de l'Equateur & de ses Poles, se peut concevoir de deux manieres. Car, ou la plûpart des Places, situées à présent sous l'Equateur, auront après quelques siècles une Latitude Méridionale ou Septentrionale, l'Equateur les ayant quittées pour s'approcher de l'Ecliptique, (auquel cas tous les Méridiens seront dérangés, & deux Villes quelconques, sans avoir changé de place, de distance, ni de leur premiére situation sur la Terre, auront pourtant changé de *Rumb*, l'une à l'égard de l'autre); ou l'Equateur n'abandonnera jamais les Places, qui ont été de tout tems situées sous lui, mais son Plan tournera avec elles autour de l'Ecliptique, sans qu'il se fasse jamais aucun changement dans les Méridiens, leur constance ne prouvant pas la même chose contre le mouvement de l'Equateur que dans

la premiére ſuppoſition. Au contraire reprenant la figure ſphéroïde de la Terre, qui eſt la véritable, il eſt clair que ſes parties ſolides ſe ſoutenant & ne ſe pouvant pas quitter les unes les autres, les plus éloignées du Centre de la Terre demeureront toujours dans le même éloignement, & que par conſéquent la circonférence de l'Equateur, qui les a une fois environnées, ne les quittera jamais; de ſorte que le Plan de l'Equateur, tant mobile qu'immobile, ne ſauroit jamais apporter aucun dérangement aux Méridiens. On voit par-là que, quoique les Architectes Egyptiens ayent eu ordre d'aſſeoir les Pyramides parallèlement aux quatre Points Cardinaux du Monde, & qu'ils ayent exécuté cet ordre avec la derniere exactitude, cela n'empêche pas que l'angle de l'interſection de l'Equateur & de l'Ecliptique ne puiſſe toujours varier autant que l'on voudra.

Rien ne fait plus de plaiſir que de voir rétablir le crédit des Vérités les plus reſpectables par leur ancienneté, après avoir été miſes en conteſtation dans des Siècles auſſi circonſpects & auſſi peu crédules qu'eſt le nô-

nôtre ; mais il faut avouer néanmoins, que ſi les Egyptiens & les Babyloniens ont été les premiers à découvrir le décroiſſement de cette obliquité, ils l'ont découvert par des raiſonnemens bien moins fondés, que ne ſont ceux par leſquels nous leur attribuons cette découverte. Hérodote publia ſon Hiſtoire environ cent ans après qu'Anaximandre de Milet eut trouvé, le premier, le moyen de meſurer l'obliquité de l'Ecliptique : & cette invention ayant paſſé peu après en Egypte par les Voyages de Cléoſtrate, d'Harpale & d'Eudoxe, les Egyptiens, qui ne manquérent pas de trouver cette obliquité plus petite que ne l'avoit trouvée Anaximandre, s'en prévalurent pour en faire honneur à leur Nation ; comme ſi la diminution & par conſéquent la meſure de l'obliquité de l'Ecliptique avoient été connues chez eux pendant des milliers d'années, dans le tems que cette derniére venoit ſeulement d'être découverte parmi les Grecs. Nous avons dit ci-deſſus à-peu-près la même choſe des Babyloniens, qui également jaloux des Egyptiens & des Grecs, ont remonté, par un pareil calcul, juſqu'à une antiquité incomparablement plus

plus absurde que n'est celle des Egyptiens.

Mais, soit que ce mouvement de l'Equateur existe, soit qu'il n'existe pas, il est toujours certain, qu'il ne peut-être produit par aucun méchanisme de ceux qui sont tombés dans la pensée du savant Newton. Le mouvement qui ressemble plus naturellement à celui de l'axe de la Terre, est la variation de l'inclinaison de l'Orbe de la Lune, qui est de 5. deg. 18. ou 19. min. quand les Nœuds de la Lune se trouvent en conjonction, ou en opposition avec le Soleil, & de 5. deg. seulement, quand ces mêmes Nœuds sont dans les Quadratures. Il est vrai que, par une analogie naturelle, ce grand Philosophe attribue à l'axe de la Terre un petit mouvement alternatif, par lequel l'angle de l'intersection de l'Ecliptique & de l'Equinoxiale se trouvant dans les Equinoxes, par exemple, de 23. deg. 29. min. s'étrecit en approchant des Solstices, & s'élargit derechef depuis les Solstices jusqu'aux Equinoxes ; de sorte qu'aux Solstices, cet angle, dans sa plus petite dimension, est de 23. deg. 29. min. moins quelques secondes.

Mais

Mais ces alternatives de diminution & d'accroiſſement ne produiſent point de mouvement circulaire du Plan de l'Equinoxiale, d'un Pole de l'Ecliptique à l'autre. Il faut donc, que cette circulation dépende de quelqu'autre raiſon inconnue juſqu'à préſent, qu'il faut tâcher de découvrir, au cas que ce Phénomêne ſoit réel.

Pour que la diminution de cet angle égale toujours ſon accroiſſement, il faut que le centre abſolu de peſanteur de toute la maſſe de la Terre ſoit le même que le centre géométrique de ſa figure ſphéroïde; mais il ſe peut bien faire que cela ne ſoit pas. Car, ſi la Terre eſt tant ſoit peu plus matérielle du côté Boréal de l'Equateur, que du côté Méridional, & qu'il arrive au dedans de cette Planete, ou à ſa ſurface, quelque changement, qui diminue la quantité de matiére dans un endroit & qui l'augmente dans un autre, il eſt évident, que la ſurface extérieure de la Terre & le centre commun de la peſanteur de toute ſa maſſe changeront de poſition, l'un à l'égard de l'autre; & comme le centre géométrique de

de ſa ſurface ſphéroïde extérieure demeure toujours le même, il eſt néceſſaire que ce centre change auſſi de poſition, à l'égard de celui de peſanteur, dès que quelque raiſon conſtante, ou non conſtante, ôte quelque peu de matiere en quelqu'endroit, pour le porter ailleurs. Or les deux centres, ſavoir le géométrique de la figure ovale de la Terre & celui de ſa peſanteur générale, doivent néceſſairement être dans le même axe de ſon tournoyement, ſi ce tournoyement doit être égal & uniforme pendant 24. heures, ſans s'accélérer & ſe retarder par repriſes; ce qui ſeroit contraire à l'expérience.

Pour effectuer donc ce mouvement du Plan de l'Equateur, il ſuffit qu'il y ait, au-dedans de la Terre, une matiere, qui en circulant continuellement, mais lentement, déplace toujours le centre commun de peſanteur, par rapport à la ſurface de la Terre, parce que l'axe du tournoyement ſuivra toujours le même chemin de ce centre.

Si cette matiere ne circule pas, mais qu'elle ait un mouvement irrégulier & très-petit, le Plan de l'Equateur changera auſſi de poſition

tion avec l'Ecliptique, mais ſans règle certaine, & pourra être tantôt plus près, tantôt plus loin d'elle; ce qui ſeroit peut-être plus vraiſemblable qu'une circulation parfaite. Mais tout ce raiſonnement n'aura lieu que lorſqu'il ſera démontré d'une maniere tout-à-fait inconteſtable, que l'approchement de l'Equateur & de l'Ecliptique, dont les plus habiles Obſervateurs prétendent s'appercevoir aujourd'hui, eſt réel: & qu'il n'y a point d'illuſion, ni de la part des réfractions, ni des Inſtrumens, dans une affaire qui eſt encore ſi delicate, & ſi peu ſenſible dans les obſervations modernes, où il ne s'agit encore que de quelques ſecondes de diminution; de ſorte que ce ne ſera qu'après pluſieurs Siècles d'obſervations continuées, que l'on pourra dire, avec une pleine certitude, ſi l'obliquité eſt variable, ou comment elle l'eſt.

Le moyen le plus court & le plus ſûr de terminer cette queſtion, ſeroit de meſurer exactement l'élévation du Pole des ruïnes de l'ancienne Ville de Syène en Egypte. L'on ſait, au rapport de Strabon dans le dernier Livre de ſa Géographie, que cette Vil-

Ville étoit ſituée préciſément ſous le Tropique du Cancer, & qu'il y avoit un Puits très-profond, dans lequel on ne voyoit jamais l'image du Soleil, qu'au point de Midi, aux Solſtices d'Eté, le Soleil donnant verticalement ſur la ſurface Horizontale de l'eau, au bas du Puits. Strabon ajoute au même endroit, qu'en partant de la Gréce, cette Ville étoit la premiére que l'on rencontroit, où les *Gnomons*, ou des Colomnes érigées verticalement n'euſſent point d'ombre Méridienne une fois dans l'année, ſavoir au Solſtice d'Eté; de ſorte que voilà deux preuves différentes, qui nous aſſûrent que du tems de Strabon, ou quelque tems avant lui, le Tropique du Cancer a paſſé par le point vertical de cette Ville.

Or ſi en meſurant à préſent la Latitude de l'endroit, où a été autrefois cette Place, on y trouvoit le Pole Septentrional élevé de 23. deg. 49. min. ou davantage, ce ſeroit une preuve indubitable que Mr. le Chevalier de Louville avoit trouvé la vérité, & que l'obliquité de l'Ecliptique étoit diminuée de 20. min. pendant près de 18. ſiécles. Je dis de 23. deg. 49. min. ou davantage, car la Tour de Syè-

Syène étant déja renommée, à cause de la propriété dont nous venons de parler, du tems du Prophête Ezéchiel, qui en fait mention au Chap. 29. de sa Prophétie, il est apparent que si l'obliquité de l'Ecliptique étoit variable, elle auroit encore diminué de 5. à 6. minutes, dans la même proportion, depuis le tems de ce Prophête jusqu'à celui de Strabon, pendant plus de cinq Siècles, sans compter ce qu'il pourroit y avoir de diminution depuis la fondation de cette Tour jusqu'au tems de ce Prophête.

Mais si au contraire on n'y trouvoit le Pole élevé que de 23. deg. & demi, ou environ, il faudroit conclure, sans hésiter, que, pendant toute cette suite de Siècles, l'obliquité en question a été constamment la même, ou que sa diminution n'a rien eu de considérable; & que l'espace compris entre l'Equinoxiale & l'Ecliptique ne s'est que peu, ou point rétreci. Toute la difficulté ne consisteroit qu'à bien découvrir la situation de cette ancienne Ville au voisinage du Nil & de l'Isle Eléphantine. Ce seroit le moyen de prévenir les soins de la Postérité, & de se faire un mérite auprès d'elle, en lui pré-

ſentant des Démonſtrations achevées d'une vérité, dont l'éclairciſſement pourra lui coûter pluſieurs ſiècles.

Le dénombrement que nous avons entrepris de faire ici des principales particularités qui regardent la Terre, par rapport au rang qu'elle tient parmi les Planetes, nous engage à examiner les preuves de ſa figure ſphéroïde que nous avons ſuppoſée véritable, & de faire voir l'impoſſibilité du changement des Méridiens. Nous en avons déja donné une idée générale au Chapitre XVIII. lorſque, par rapport à l'étendue & aux divers degrés de la peſanteur, nous avons fait mention de l'inondation des Eaux vers les Régions de l'Equateur, qui devoit réſulter néceſſairement du tournoyement de la Terre autour de ſon axe, ſi elle étoit exactement ſphérique. Mais comme ce n'étoit pas là le lieu de prouver que cette différence étoit aſſez ſenſible pour pouvoir être meſurée, nous allons faire voir ici ce qui en eſt.

Les preuves, dont nous nous ſervirons, ſont tirées en partie des raiſonnemens de

Phy-

Physique, & en partie de l'Expérience même. Les raisonnemens de Physique, qui nous prouvent la nécessité de cette figure, ne supposent pour tout Principe, que le mouvement journalier de la Terre, de 23. heures 56. minutes. Si la Terre est exactement sphérique, la vîtesse du tournoyement de tous les Corps pesants sous l'Equateur diminuera leur pesanteur, ou la vîtesse de leur chûte, à mesure qu'elle différera moins de celle qu'il faudroit pour faire circuler tous les corps pesants sous l'Equateur, sans pouvoir jamais tomber, ou s'approcher du centre de la Terre; ou pour faire que tout ce qu'il y a de corps sous l'Equateur, fussent autant de Satellites, qui tournassent par leur mouvement journalier dans la circonférence de l'Equateur, comme fait la Lune dans son Orbite. Or en disant par une Règle de *Trois:* Comme le cube de la distance de la Lune, de 60. sémi-diametres de la Terre, est au cube d'un seul de ces sémi-diametres, de même le quarré de 39343 minutes, qui font un mois périodique de la Lune, est au quarré des minutes de la révolution des Satellites, ou des corps pesants, dans la circonférence de l'Equateur terrestre, si

 l'on

l'on vouloit que la force centrifuge contre-balançât exactement la pesanteur. On trouve pour le résultat de ce calcul 84. $\frac{2}{5}$ de minutes de révolution; de sorte que si le jour des Etoiles étoit de 84$\frac{2}{5}$ de minutes, au lieu qu'il est de 23. heures 56. min. qui est 17. fois plus grand, il n'y auroit sous l'Equateur, ni chûte, ni poids des corps.

On trouve le même nombre de 84$\frac{2}{5}$ de minutes, sans se servir de la Lune, en suivant le Théorême de Mr. Huygens, par lequel il a trouvé qu'un corps, pour tourner circulairement, d'une force centrifuge égale à son propre poids, doit faire tout le tour du Cercle en autant de tems, qu'un Pendule, de la longueur du rayon du même Cercle, employeroit à faire deux vibrations. Or pour faire l'application de ce Théorême au Cercle de l'Equateur, & au sémi-diametre de la Terre, il faut seulement dire : Comme 3. pieds, & $\frac{17}{288}$ d'un pied, longueur du Pendule d'une seconde, sont au quarré d'une seconde, ainsi 19615800 pieds du sémi-diametre de la Terre, selon la mesure de Mr. Picart, sont à 6412430, qui est le quarré de 2532. secondes, ou de

42.

42. min. 12. ſecondes. Un Pendule de la longueur du ſémi-diametre de la Terre, feroit donc chaque vibration en 42. min. 12. ſecondes; & par conſéquent pour égaler la peſanteur à la force centrifuge de la rotation journaliére ſous l'Equateur, il faudroit que cette rotation s'achevât en 84. min. 24. ſecondes.

Mais, comme elle ſe trouve 17. fois plus lente, il eſt évident qu'en ſuppoſant la ſurface de la Terre exactement ſphérique, la peſanteur ſous l'Equateur excéde ſa diminution, ou la force centrifuge, 17. fois 17 fois, c'eſt-à-dire 289. fois, & par-là la vîteſſe de la chûte des corps, ſous l'Equateur, ſeroit à celle de leur chûte ſous les Poles, comme 288 ſont à 289; & un Pendule d'une ſeconde, qui feroit ſous le Pole 86400. vibrations pendant un jour Solaire, n'en feroit ſous l'Equateur qu'environ 86250. tout de même que le Pendule d'une ſeconde de Paris, étant tranſporté ſous l'Equateur, & y faiſant ſes chûtes curvilignes, ou ſes vibrations un peu plus lentes qu'ici, retarderoit par jour de 2. min. 5. ſecondes, ou environ.

 L'ex-

L'expérience de Mr. *Richer* faite dans l'Isle de Caïenne, celle de Mr. Halley dans l'Isle de *Ste. Hélène*, & celles de ceux dont on peut voir les noms à la page 227. de cette Edition, ayant vérifié, à quelques circonstances près, cette diminution de la pesanteur sous l'Equateur, qui est une conséquence nécessaire & indubitable du mouvement journalier de la Terre; il nous reste à voir le dérangement que causeroient sur sa surface les forces centrifuges de ce même mouvement sous les Cercles parallèles de l'Equateur, si la Terre étoit exactement sphérique.

Tout le monde sait qu'une Balance exacte étant suspendue par son milieu, & demeurant en repos, les Bassins, ou des Poids égaux suspendus par des cordelettes à ses deux extrémités, font prendre à ces cordelettes, ou plutôt à leurs milieux, des situations perpendiculaires à leurs Horizons, & qui tendent directement au centre de la Terre. Mais si l'on donne à cette Balance un mouvement circulaire, dont le centre soit le point de suspension de la Balance,

on verra d'abord que les Baſſins, ou les poids, s'éloigneront de la perpendiculaire, à proportion de la vîteſſe du mouvement circulaire ; de ſorte que les cordelettes ne ſuivront plus la direction ordinaire de la peſanteur vers le centre de la Terre.

Figurons-nous à préſent une grande Balance curviligne, dont le milieu ſoit ſuſpendu à l'un des Poles de la Terre, & dont les deux extrémités s'étendent juſqu'à égale élévation du même Pole, de part & d'autre; il eſt évident que ſi la figure ſphérique de la Terre (qui eſt-ce que nous examinons) tourne autour de ſon axe, & qu'elle emporte en même tems cette Balance curviligne, par un mouvement circulaire autour du même axe, les poids qui étant en repos devroient converger vers le centre de la Terre, s'éloigneront un peu de cette convergence & des perpendiculaires, de part & d'autre. Ainſi le Sinus du petit angle de déviation, compris entre la perpendiculaire & la nouvelle direction du poids, ſera bien près de $\frac{1}{289}$ du produit du Sinus, & du Co-Sinus de l'élévation du Pole, diviſé par le rayon.

On voit clairement que ſans imaginer cette Balance curviligne, ce raiſonnement peut également s'appliquer à toutes les lignes à plomb, qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Terre. C'eſt de cette maniére qu'on trouve qu'à Paris, & en cent autres endroits de même Latitude, qu'un Pendule en repos ne tendroit pas perpendiculairement à l'Horizon, mais feroit avec la perpendiculaire un angle de près de ſix minutes, ce qui ſeroit aſſez ſenſible, ſi la Terre étoit exactement ſphérique; cependant comme en nul endroit du Monde on ne trouve aucune déviation, c'eſt une preuve ſuffiſante que la face de la Terre eſt telle, qu'il faut qu'elle ſoit, pour que la direction de la peſanteur ſoit perpendiculaire, ce qui ne ſe peut que dans une figure ſphéroïde.

Cette figure ſphéroïde produit encore un autre changement à l'égard de la peſanteur, mais de peu de conſéquence. L'on ſait que, ſans conſidérer la diminution de la peſanteur, dont nous venons de parler, la peſanteur elle-même varie encore ſelon la diverſité des diſtances du centre de la Terre, quand même il n'y auroit point de rotation. C'eſt

ce

ce qui fait que les expériences des Pendules transſportés en différens Climats, ne répondent pas dans la derniére préciſion au calcul que nous avons donné ci-deſſus, quoiqu'elles prouvent toutes en général que la peſanteur différe ſenſiblement, & qu'elle eſt toujours moins forte vers l'Equateur, que vers les Poles. C'eſt auſſi ce qui partage les ſentimens des plus grands Géométres ſur la proportion de l'axe de la rotation de la Terre au diametre de ſon Equateur. Mr. Huygens & après lui Jaques Herman dans ſon excellent Ouvrage de la *Phoronomie*, ont déterminé cette proportion, comme de 577. à 578.; mais Neuton nous la donne de 229. à 230, environ triple de la précédente. La différence de ces meſures ne provient que de ce que Mr. Huygens n'a conſidéré la peſanteur que comme une force qui pouſſe les corps vers un ſeul centre; au lieu que Neuton l'a conſidérée comme une force par laquelle tous les corps & toutes les particules de la Terre, juſqu'aux plus petites, ſont tirées les unes vers les autres.

MARS.

La quatrième Planete de notre Systême est Mars. Sa moyenne distance du Soleil est de 46. millions de lieues. De toutes les Planetes supérieures, c'est celle qui a la plus grande excentricité, aussi n'en connoît-on point parmi tous les Corps célestes, dont la grandeur apparente soit plus variable; de sorte que sa plus grande Phase excéde jusqu'à 7. fois la plus petite. Au mois d'Août 1719. Mars étant opposé au Soleil, à 2 ou 3 degrés seulement de distance de son périhélie, l'on se souvient encore que plusieurs personnes, qui n'avoient aucune teinture d'Astronomie, furent étonnées de le voir, & le prirent pour une Comete, ou un nouvel Astre, qui venoit de naître dans le Ciel, comme on a fait de Vénus l'année derniere, lorsqu'au mois de Mai ayant atteint sa plus grande hauteur Méridienne au commencement du Cancer, & étant encore assez loin du Soleil pour n'être point éclipsée par son éclat, elle lança ses rayons par le chemin le plus court de la partie Boréale de l'Atmosphére.

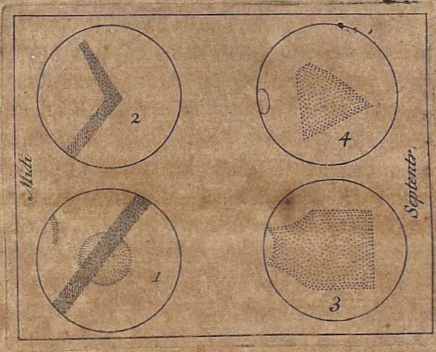
Com-

Comme la grande excentricité de Mars rend ſon mouvement apparent fort inégal, c'eſt de lui principalement que *Kepler* s'eſt ſervi, pour examiner & vérifier la découverte qu'il avoit faite de l'égalité des aires parcourues par chaque Planete en particulier, en tems égaux; & c'eſt auſſi par lui, qu'il a reconnu & prouvé la néceſſité qu'il y avoit de n'admettre par tout le Ciel que des excentricités plus petites, environ de la moitié de celles qui avoient été établies par les Anciens.

De toutes les Planetes, Mars eſt encore celle qui a la plus grande Atmoſphére, à proportion de ſon noyau, du moins à ce qu'on en connoît juſqu'à préſent; ce qui ſe prouve par le changement de couleur d'une Fixe obſervée par Mr. Römer, en approchant & en quittant le diſque de Mars, laquelle pâlit ſenſiblement à l'approche de ce diſque, étant encore éloignée de lui des deux tiers du diametre du même diſque, & qui étant ſortie de derriére le corps opaque de Mars, ne recouvra la vivacité naturelle & ordinaire de ſa lumiére qu'à la diſtance

ce des deux tiers du même diametre.

Sans l'Etoile de Mars nous ignorerions tout-à-fait l'éloignement & la véritable grandeur des Corps céleſtes; & c'eſt le célèbre Mr. Caſſini le Pere, qui s'eſt aviſé le premier, de ſe ſervir des diſtances apparentes de cette Planete d'avec les Fixes prochaines, lorſqu'elle eſt oppoſée au Soleil, pour trouver la véritable dimenſion de notre Syſtême. Sa parallaxe horizontale, qui dans cette ſituation eſt aſſez grande pour être obſervée & calculée ſans qu'il y ait à craindre aucune erreur trop ſenſible, ſavoir de 26 à 27. ſecondes dans ſon périhélie, nous donne le moyen de calculer les parallaxes horizontales du Soleil & des autres Planetes, qui ne peuvent être obſervées par elles-mêmes, à cauſe de leur petiteſſe. Par les taches de Mars, que nous repréſentons ici de la maniere, dont elles ont apparu en 1719. l'on a découvert & l'on s'eſt convaincu, qu'il tourne autour d'un axe toujours parallèle à lui-même, (comme celui de la Terre) en 24 heures, 40 minutes;



Ou que 36 révolutions de Mars autour de son axe égalent 37 révolutions de la Terre autour du sien.

Les taches de cette Planete semblent être plus variables que celles de toutes les autres. Les bandes obscures qu'on a observées en 1704. 1717. & 1719. ne conviennent point entr'elles, ni par rapport à leur situation, ni par rapport à leur figure. En 1704. & 1717. on a vu une bande obscure occupant plus d'un hémisphére de Mars, avec cette différence qu'en 1704. elle avoit au milieu une pointe, qui ne s'y trouvoit point

Remarques sur les taches de Mars.

point en 1717. & qu'en 1717. elle étoit plus éloignée de l'équateur de Mars, & plus près de son pole Méridional qu'en 1704. En 1719. on a trouvé une bande coudée, formée seulement après le mois de Juillet, dont la partie la plus Méridionale, par rapport à nos yeux, s'étendoit obliquement sur la moitié de l'hémisphére de Mars, & égaloit environ un quart de Cercle, prenant son commencement entre le pole Méridional & l'équateur de Mars, & finissant entre son équateur & son pole Septentrional, où les deux parties de cette bande, en se joignant, faisoient un angle, comme cela se voit Figure 2. Le 13. de Juillet d'auparavant on n'avoit observé qu'une seule bande obscure rectiligne, telle qu'on la voit Figure 1.

Outre ces bandes obscures, on avoit découvert des taches confuses de figure fort irréguliére, comme dans les Fig. 3. & 4. qui n'étoient aussi que temporaires, & qui n'avoient presque rien de commun avec celles qu'on avoit observées auparavant, que leur inconstance.

Mais

Mais les taches les plus considérables de cette Planete sont celles, qui s'observent proche de ses deux poles, dont cependant on n'en voit jamais qu'une à la fois, & qui sont ordinairement plus claires que le reste du corps. Il y a près de 70 ans, que ces taches-là sont connues, & qu'on en voit presque toujours l'une ou l'autre, ce qui prouve qu'elles sont permanentes, & que les vicissitudes d'apparition & d'occultation qu'elles subissent, procédent seulement de quelque changement de l'atmosphére de Mars, semblable à celui de la nôtre, causé en partie par la différente constitution de l'air en Eté & en Hyver, & en partie par la différente quantité de pluye, & de beau tems en différens endroits du même Climat. C'est ainsi que depuis le 17. Mai jusqu'au mois de Novembre 1719. le Pole, qui est à notre égard le Méridional, se trouvant éclairé par le Soleil, & par conséquent l'Eté y régnant, & l'Atmosphére y étant rarefiée autant qu'elle l'a pu être, la lumiere éclatante de cette Zone déliée a pu frapper notre vûe, dans le tems que celle du Pole opposé, qui avoit paru aux Observateurs en 1704 & 1717. avec

vec le même éclat que la derniére, se déroboit alors à nos yeux à la faveur des nuages & des vapeurs congelées, qui y changeoient l'Atmosphére, & la rendoient moins transparente. La différence de la clarté de cette Zone, dont une moitié conserva constamment le même degré de lumiére, & dont l'autre au contraire diminua, disparut, puis reparut, ne ressemble pas mal à la différence du tems qu'il fait aux Andes du Pérou, où il ne pleut jamais, & à Borneo où il pleut presque tous les jours. Il se peut qu'il y ait encore d'autres raisons qui puissent produire cet effet; mais il est toujours constant que cette diversité d'apparences vient de la diverse constitution de l'Atmosphére.

JUPITER.

Jupiter la plus grande de toutes les Planetes de notre Systême, parcourt en 4331 jours, ou 12 ans, en comptant rondement, une Orbite, dont le demi-diametre, en sa moyenne quantité, ou la distance moyenne du Soleil, est de 156. millions de lieues. Son diametre est dix fois plus grand que ce-

celui de la Terre. La pesanteur des corps qui tendent vers le centre de cette Planete, ou l'espace qu'ils parcourent en tombant directement sur elle, se peut calculer.

Pour cet effet, l'on cherche premiérement le tems périodique d'un Satellite qui raseroit la surface de Jupiter, ce qui se trouve par cette règle : Comme le cube de $25\frac{1}{3}$ de demi-diametres de Jupiter, (qui font la distance du quatrième Satellite), est au quarré de son tems périodique, qui est de $16\frac{2}{3}$ de jours; ainsi le cube d'un seul sémi-diametre de Jupiter est au quarré du tems périodique qu'on cherche. On trouve par-là qu'un tel Satellite acheveroit sa période autour de Jupiter, près de sa surface, en 193 à 194 minutes.

Maniére de calculer la pesanteur des corps qui tombent sur la surface de Jupiter.

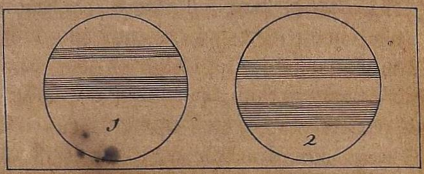
Comme toutes sortes de pesanteurs sont en raison directe des rayons des cercles que décrivent les corps pesants, sans tomber, & en raison inverse des quarrés des tems périodiques, on détermine la quantité de la pesanteur de ces corps sur Jupiter de cette maniére : Comme 1 sémi-diametre de la Terre est à $10\frac{1}{2}$ des mêmes sémi-diametres, qui

font la mesure de celui de Jupiter ; ainsi $15\frac{1}{12}$ de pieds de chûte sur la Terre, pendant la premiére seconde, sont à $158\frac{3}{8}$ de pieds de chûte sur Jupiter pendant la premiére seconde, si les tems périodiques des Satellites aux surfaces de Jupiter & de la Terre sont égaux. Mais ayant trouvé ci-dessus que le tems périodique d'un Satellite de la Terre, auprès de sa surface, est de $84\frac{2}{7}$ de minutes, il en faut venir à cette derniére régle: Comme le quarré de $193\frac{1}{2}$ de minutes est au quarré de $84\frac{2}{7}$ de minutes ; ainsi $158\frac{3}{8}$ de pieds de chûte, (si les deux périodes sont égales) sont à 30 pieds de chûte véritable sur Jupiter. Le pendule à secondes sera donc en Jupiter de 7 pieds & $\frac{1}{2}$.

Ces mêmes considérations nous font aussi voir que le diametre polaire, ou l'axe de rotation de Jupiter, est plus petit que celui de son équateur, & que cette différence doit être bien plus sensible sur la surface de Jupiter, que sur celle de la Terre. La révolution journaliére de Jupiter est de 9 heures 56 minutes ; & la révolution du plus bas Satellite, qui pourroit être autour de lui, ayant été trouvée de 194 minutes, qui n'est qua-

quaſi que le tiers de ſa révolution journaliére, ſa peſanteur reſtante, c'eſt-à-dire, diminuée par les forces centrifuges ſous l'équinoxiale de Jupiter, ſera à la peſanteur primitive (en ſuppoſant la figure de Jupiter exactement ſphérique) comme 8 ſont à 9. C'eſt ce qui donne la proportion du petit axe au grand, à peu de choſe près, comme 17 ſont à 18, en dreſſant le calcul ſelon les principes de Mrs. Huygens & Herman, & comme 7 à 8, en ſuivant ceux de Neuton, fondés ſur la gravitation mutuelle de toutes les parties intérieures de la Planete. Le ſentiment de Neuton ſemble être appuyé par les Obſervations de Mr. Caſſini, le Pere, rapportées à la fin de la XIX. Propoſition du III. Livre de ſa Philoſophie, où il eſt dit, que le diametre de Jupiter d'Orient en Occident eſt viſiblement plus grand que celui du Sud au Nord.

Les bandes obſcures de Jupiter, couchées le long de ſon diſque, & toujours parallèles, à-peu-près, à ſon équateur, ſont repréſentées par les deux Figures ſuivantes.



Cet équateur ne fait avec l'orbite de Jupiter qu'une obliquité de 2. deg. 55. min. au lieu que la nôtre eſt de 23. deg. & demi. Ces bandes ſemblent n'être que des exhalaiſons, qui, en s'élevant & ſe joignant enſemble, prennent une figure circulaire. Il eſt vrai qu'elles ne ſe produiſent jamais toutes entiéres à la fois, témoin ſurtout cette bande Méridionale, qui renaît quaſi de ſix en ſix ans, & qui nous ramene toujours une tache noire, ſituée à ſon bord Septentrional, comme cela eſt arrivé aux années 1665. 1677. 1713. au mois de Septembre, & aux années 1672. & 1708. au mois d'Avril. En comparant les anciennes Obſervations avec celles qui ont été faites en dernier lieu, on remarque que ces bandes, qui avoient d'abord paru ſubir

des

des changemens tout-à-fait bizarres, & ne ſuivre aucune règle, ne laiſſent pas d'avoir des retours aſſez réguliers, qui nous mettront peut-être un jour en état de prédire leurs apparences avec la même certitude qu'on peut calculer les Eclipſes.

La bande dont nous venons de parler, accompagnée de la tache noire, ſe préſente ordinairement, quand Jupiter eſt aux derniers degrés de la Vierge & des Poiſſons, vers le tems qu'il a été en oppoſition avec cet Aſtre. Ce qu'il y a de plus particulier, c'eſt que ces apparences ſuivent plutôt le vrai mouvement de Jupiter que le moyen; car on voit bien que depuis l'oppoſition de cette Planete avec le Soleil au Signe des Poiſſons juſqu'à celle qui ſe fait au Signe de la Vierge, il ſe paſſe 6 ans & demi, & 5 ſeulement & demi de celle-ci au retour de la premiére, le tout faiſant enſemble 12 années, pendant leſquelles s'acheve la révolution de Jupiter. Ceci fait voir que, ſi l'on pouvoit marquer tous les changemens qui ſurviennent à ces bandes, & qui ſont ſans doute affectés à certains Signes du Zodiaque, auſſi-bien que le Phénomêne de la tache

Remarque ſur la tache noire de Jupiter.

che noire, on auroit lieu d'espérer, que l'ordre de leur retour se pourroit prédire, comme celui de cette tache.

C'est principalement à cette même tache que nous sommes redevables de la connoissance que nous avons de la révolution journaliére de Jupiter, dont la vîtesse nous surprendroit, sans doute, par rapport à la grandeur de son corps, si Mr. de Mairan n'en avoit pas démontré la possibilité, dans un savant Mémoire inséré dans ceux de l'Académie de l'Année 1729. où il démontre que la différence qu'il y a entre le poids de la partie inférieure d'une Planete, qui est tournée vers le Soleil, & celui de la supérieure qui ne l'est pas, est capable de produire sa rotation d'Occident en Orient.

Cette tache est aussi connue aux Astronomes, que la situation d'une célèbre Ville aux Géographes ; & on en a déterminé la Latitude Méridionale sur la surface de Jupiter d'environ 16. degrés, comme l'on détermine celle de quelque Place remarquable sur la Terre. Il est vrai qu'en observant ses ré-

volutions au milieu de ſon parallèle expoſé vers nous, on a trouvé qu'elles n'étoient pas tout-à-fait les mêmes, & qu'elles différoient de quelques ſecondes, quoiqu'il ſoit très-naturel de les ſuppoſer toujours égales entr'elles, comme ſont celles de la Terre; mais cela n'eſt pas de conſéquence, & dans une recherche de cette nature, bien loin de blâmer les Aſtronomes, on doit admirer leur ſagacité, & leur ſavoir bon gré de ne différer entr'eux qu'en ſecondes.

Pourquoi les Satellites de Jupiter ſemblent quelquefois moins grands.

Les Satellites de Jupiter, & ſur-tout le quatrième, étant tournés vers nous, ont des taches obſcures, qui les font paroître quelquefois bien plus petits qu'ils ne ſont ordinairement; ce qui fait que le quatrième diſparoît quelquefois entiérement, lorſqu'il eſt bien éloigné du corps & de l'ombre de Jupiter. Mais on n'a point encore déterminé, ſi ces taches naiſſent ſubitement, ou ſi c'eſt le tournoyement des Satellites autour d'eux-mêmes, qui nous montre ces taches dans un tems, & nous les cache dans un autre; quoiqu'il y ait bien à parier pour ce tournoyement, à cauſe des circonſtances périodiques qu'on prétend avoir obſervées

dans le quatrième Satellite. Il se pourroit aussi, que les ombres mêmes des Satellites fissent entr'eux de petites Eclipses, dont on ne pourroit s'appercevoir que par la diminution de leur éclat ; mais c'est ce qui n'a point encore été examiné.

SATURNE.

Saturne parcourt son orbe autour du Soleil en 29 ans & demi. Si, en comptant rondement, la distance moyenne de la Terre au Soleil est, comme nous l'avons dit par-tout ailleurs, de trente millions de nos lieues, il s'ensuit par la même raison, que la distance médiocre de Saturne à cet Astre est de 285. à 286. millions des mêmes lieues. C'est la derniére Planete, & la plus éloignée du Soleil qui nous soit connue ; du moins n'a-t-on point encore découvert au-delà aucun corps dans de Ciel, qui ait une orbite constante, & qui tourne circulairement. Il est vrai que les Cometes font leurs cours dans des Régions bien plus éloignées que ne fait Saturne ; mais comme leur excentricité est beaucoup plus grande que celles des Planetes ordinaires, elles ne

font point partie du Systême planétaire que nous considérons dans ce Chapitre. Car quand même on en supposeroit quelqu'une qui feroit réguliérement sa révolution autour du Soleil, par exemple, à 600. millions de lieues de distance du Centre universel de notre Systême, de quoi lui serviroit la lumiére & la chaleur de cet Astre, dans une distance où il ne paroîtroit pas plus grand que ne nous paroissent Jupiter & Venus? J'ai supposé 600. millions de lieues de distance moyenne de ce prétendu corps au Soleil, parce que si cette distance étoit moindre, les Planetes se tireroient & s'embarrasseroient trop par leurs gravitations réciproques.

Calcul de la pesanteur des corps qui tombent sur la surface de Saturne.

Le diametre de Saturne est près de 10. fois plus grand que celui de la Terre. Par ce moyen on peut calculer la proportion de la pesanteur sur Saturne à celle que nous éprouvons sur notre Terre. Son dernier Satellite étant éloigné de lui de 53 à 54. de ses sémi-diametres, c'est-à-dire, le rayon de son orbite étant 53 ou 54. fois plus grand que le sémi-diametre de Saturne, sa révolution doit se faire en 79. jours 22. heures, qui

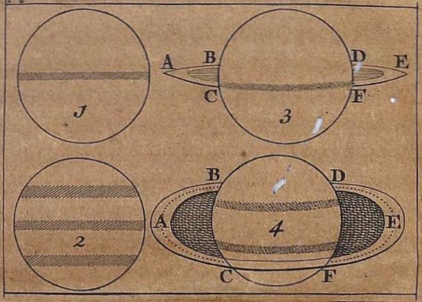
font 1918. heures. Je dis donc que comme 157464, cube de 54 sémi-diametres de Saturne, est à l'unité, ou au cube d'un seul sémi-diametre du même Saturne, ainsi 3678724, quarré de 1918. heures, est à $23\frac{2}{7}$, à-peu-près ; d'où tirant la racine quarrée, l'on trouve pour le tems périodique de cette révolution 4 heures & $\frac{5}{6}$, ou 4 heures 50 minutes. Donc un corps qui feroit le tour de la surface de Saturne, sans baisser jamais par sa pesanteur, le feroit, comme nous venons de voir, en 4 heures 50 minutes.

Pour trouver, à-présent, de combien de pieds les corps pesants tombent sur Saturne pendant la premiére seconde de tems, je dis que, comme 1. sémi-diametre de la Terre, divisé par le quarré de 84. min. & $\frac{2}{7}$, que nous avons trouvées page 320, est à $9\frac{1}{2}$ sémi-diametres de la Terre, ou à un seul sémi-diametre de Saturne, divisé par le quarré de 290. minutes, que nous venons de trouver ; ainsi 15. pieds parcourus par la chûte d'une seconde de tems vers la Terre, sont à 12. pieds de chûte vers Saturne pendant la premiére seconde, & quel-

quelque peu davantage. Mais cette pesanteur des corps vers le centre de Saturne souffre une diminution considérable par leur gravitation, en sens contraire, vers la cavité de son anneau, comme nous l'allons montrer dans la suite.

Les Figures suivantes nous représentent les différentes configurations de Saturne : 1. Sa phase ronde avec une seule bande obscure au milieu, causée par l'ombre de l'anneau, & par sa partie obscure, qui ne reçoit point de rayons du Soleil : 2. Cette même phase ronde avec d'autres bandes encore, telles qu'on les a vues en 1715 : 3. La phase de son anneau, qui se perd de vûe, & qui reparoît après avoir été quelque tems invisible ; & 4. Cet anneau dans sa plus grande largeur, avec des bandes qui environnent le disque de Saturne, comme cela s'est vu en 1696.

Le



Le diametre extérieur de l'anneau de Saturne, pris d'un bout à l'autre, eſt au diametre de cette Planete, comme 9 ſont à 4, ſelon la meſure de Mr. Huygens, ou comme 11 ſont à 5, ſelon celle de Mr. Caſſini. Le diametre intérieur, compris entre les deux cavités oppoſées, eſt à celui de Saturne comme 6½ ſont à 4; car depuis le corps de Saturne juſqu'à la cavité de ſon anneau, il y a autant d'eſpace, que depuis cette cavité juſqu'à ſa circonférence extérieure. Si Saturne lui-même a 30000 lieues de diametre, il y aura depuis ſa ſurface, juſqu'à la cavité en queſtion, 9375 lieues, & delà juſqu'au bout, auſſi 9375, au lieu deſquelles on en compte ordinairement 8000. de largeur.

La

La quatrième Figure nous repréſente cet anneau dans ſa plus grande ouverture, lorſque ſa largeur de B, en C, ou de D en F, nous paroît la moitié de ſa longueur A, E. C'eſt par cette proportion de longueur & de largeur que l'on a calculé l'angle que fait cet anneau avec l'orbite de ſa Planete, ſavoir de 30 à 31 degrés. Il eſt à remarquer qu'au milieu de ſa largeur apparente, on obſerve une ligne obſcure, telle qu'on la voit marquée par la ligne pointillée. La couleur de ſa partie intérieure, qui eſt plus près du corps de la Planete, paroît plus vive & plus lumineuſe, que celle de ſa partie extérieure, & la ligne noire, dont nous venons de parler, en fait la ſéparation. Ainſi toutes les fois que cet anneau diſparoît, c'eſt ſa partie extérieure qui ſe perd la premiére; car l'autre ne diſparoît que quelques jours après.

Dans les années 1714 & 1715, où l'on a vu cet anneau diſparoître & reparoître deux fois, on a obſervé que ſa partie Orientale ſe perdoit de vûe un jour ou deux plutôt que ſa partie Occidentale, & que cette mê-

même partie Occidentale se découvroit au contraire un jour ou deux plutôt que sa partie Orientale. En 1671. Mr. Cassini, le Pere, avoit déja observé quelque chose de semblable ; ce qui lui fit juger avec raison que les parties de cet anneau, qui sont du même côté, par exemple, A, B, & D, E, de la troisième Figure, ne sont pas dans le même plan, & que par conséquent il est plus mince ou plus pointu par ses extrémités A & E, que vers la cavité intérieure B, C, ou D, F.

Raisons de la disparition de l'anneau de Saturne.

Il y a deux causes différentes, qui nous font perdre cet anneau de vûe. La premiére est que son plan venant à passer par le centre du Soleil, ses deux côtés ne reçoivent ses rayons que fort obliquement de part & d'autre ; ce qui fait que sa lumiére devient trop foible pour frapper nos yeux. Cela arrive lorsque Saturne, à l'égard du Soleil, est au 19 degré 45 min. des Poissons ou de la Vierge. Quand il n'y a point d'autre cause qui produit la phase ronde de Saturne, que celle-là, elle ne dure guères au-delà d'un mois, comme on le prouve par les Observations des années

nées 1685 & 1701. Vers la fin de la cette phafe, on s'apperçoit plus clairement de l'ombre de l'anneau fur le corps de Saturne, qui paroît un peu au-deffus ou au-deffous du milieu de fon difque, comme cela fe voit Fig. 1.

La feconde caufe qui nous rend l'anneau invifible, eft la coïncidence de fa partie éclairée avec le rayon vifuel, qui paffe du côté de celle qui ne l'eft pas. Cette apparence a des termes moins limités que celle dont il a été parlé ci-devant; cependant on eft toujours affûré de la voir deux fois, quand Saturne, apperçu du Soleil au 19 degré 45 min. des Poiffons ou de la Vierge, eft retrograde par rapport à nous. Sa Latitude étant obfervée de la Terre, ne peut différer chaque fois que de fort peu de chofe; mais ce peu de chofe ne laiffe pas d'être affez fenfible, pour avancer ou proroger ces termes. En 1671, il y eut plus de fix mois entre les deux difparitions des anfes, à compter depuis la fin du mois de Mai jufqu'au 8 de Décembre. Le lieu de Saturne, étant vu du Soleil, fe trouvoit la premiére fois au 13 degré des Poiffons, & la feconde au commencement du vingtiéme.

En

En 1714. le 12 Octobre, jour auquel les anſes diſparurent, Saturne ſe voyoit du Soleil au commencement du 17e. degré de la Vierge, & le 22e. de Mars. En 1715. jour moyen de la ſeconde diſparition, il étoit déja à 21 degrés & demi du même Signe à l'égard du Soleil; mais le tems qui s'écoula entre ces deux diſparitions, n'eſt que de 5 mois & quelques jours. Ainſi les phaſes rondes vers le commencement de Juillet 1744, & au mois de Mars 1760. ne ſe redoubleront point; & il faudra par conſéquent laiſſer à la Poſtérité l'obſervation du retour de ce Phénomêne.

Bien des gens ſont curieux de ſavoir ſi cet anneau eſt un corps continu ou ſolide, ou ſi ce ne ſont que des Satellites, qui ſont ſi près les uns des autres, que notre vûe ne peut les diſtinguer. La derniére de ces deux conjectures me paroît plus vraiſemblable. Car ſi l'on m'objecte que le mouvement de tous ces Satellites, dans une orbite commune, ne pourroit ſe faire, ſans qu'ils ſe choquaſſent les uns les autres, s'il y avoit tant ſoit peu d'excentricité; il me ſuffira de répondre que ce mouvement n'eſt point du tout ex-

excentrique. Si l'on dit auſſi que les Satellites ſupérieurs ne pourroient pas achever leurs périodes en même tems que les inférieurs, parce que la peſanteur, ou la force centripète de leur mouvement circulaire, diminue en raiſon quarrée de leur éloignement du centre de Saturne : je réponds encore, qu'à la vérité cette différence de leurs périodes eſt telle que l'on prétend ; mais que la reſſemblance exacte de tous les Satellites d'un même ordre nous fait regarder cet aſſemblage de Satellites ſéparez comme un corps continu.

Il reſte pourtant encore une petite difficulté à lever. Cette orbite, dira-t-on, loin de pouvoir être exactement circulaire, eſt elliptique, ſon grand axe étant toujours perpendiculaire à une ligne tirée du centre du Soleil à celui de Saturne ; parce que tous les Satellites ne ſont que des Lunes, qui pour cette raiſon doivent obéïr aux mêmes loix de la gravitation que la nôtre. Or comme l'orbite de la Lune doit un peu s'applatir dans les conjonctions, de même que dans les oppoſitions, & avoir plus de courbure aux quadratures, ainſi que nous l'avons

prouvé au Chapitre XXII. il s'enſuit néceſſairement que le même changement arrivera dans celle des autres Satellites. La choſe dépend donc uniquement de la différence de la gravitation de Saturne ſur le Soleil, & de celle de ſes Satellites ſur lui-même; & c'eſt de cette différence que nous donnerons la meſure au Chap. XXV.

Les bandes de Saturne, dont le parallèliſme avec ſon anneau fait voir, que ce qui les cauſe eſt élevé au-deſſus de la ſurface de cette Planete à une aſſez grande diſtance, pour que leur courbure ne ſoit que peu ou point ſenſible, prouvent indubitablement, que Saturne eſt environné d'une Atmoſphére beaucoup plus vaſte que la nôtre. Mais en ſuppoſant, comme ci-deſſus, que cet anneau n'eſt compoſé, que d'une infinité de Satellites, il ne ſera pas néceſſaire de l'étendre juſque-là. Cependant quelque vaſte que ſoit cette Atmoſphére, il faut qu'elle ſoit incomparablement plus tranſparente que la nôtre, puiſque les Fixes que l'on voit quelquefois entre les anſes & le corps de Saturne, n'y ſouffrent jamais ni réfraction, ni changement

gement de figure, comme dans les autres Atmosphéres.

C'eſt une choſe fort remarquable, que parmi les 5 Satellites de Saturne, il y en a quatre, qui font leurs révolutions dans le plan même de ſon anneau, & que le cinquième eſt le ſeul, qui ſuive une route particulière. Ce dernier n'a que 15 à 16 degrés d'inclinaiſon de ſon orbite à celle de Saturne, au lieu que les 4 autres circulent dans un plan incliné à celui de leur Planete principale de 30 deg. ou davantage. Auſſi ſes nœuds ſont-ils un peu différens de ceux des autres. Ceux-ci ont les mêmes nœuds, que l'anneau, ſavoir au 19 degré 45 min. des Poiſſons & de la Vierge; mais le dernier coupe l'orbite de Saturne environ quinze degrés plutôt, ſavoir au quatrième, ou au cinquième degré des mêmes Signes.

Avant que de quitter Saturne, il faut remarquer une autre particularité de ſon mouvement qu'on n'a point encore obſervée à l'égard des autres Planetes. Toutes les plus anciennes Obſervations étant com-

Ralentiſſement du mouvement de Saturne.

comparées entr'elles, ainſi qu'avec les modernes, nous donnent ſon moyen mouvement annuel de 12 degrés 13 minutes, & 33 à 36 ſecondes, au plus. Mais les modernes ſeules, comparées les unes avec les autres, donnent ce même mouvement diminué de quelques ſecondes, ſavoir de 12 degrés 13 min. & 20 à 29 ſecondes par an. On a encore obſervé d'autres petites inégalitez dans le mouvement de Saturne depuis Tycho-Brahé ; mais qui ne laiſſent pas de s'accorder toutes à nous faire voir, que ſon moyen mouvement eſt moins prompt à préſent, que du tems des Chaldéens & des Egyptiens. Mr. Caſſini a prouvé cela inconteſtablement, en comparant les obſervations modernes, ainſi que celles de Ptolomée, avec une obſervation fort ancienne faite le 1. Mars de l'année 4485 de la Période Julienne, dans un Mémoire préſenté à l'Académie le 10. Janvier 1728.

Quoique Neuton ait prouvé que, lorſque Jupiter eſt le plus près de Saturne qu'il eſt poſſible, il dérange ſenſiblement le mouvement de cette Planete, néanmoins le

ra-

ralentiſſement du mouvement de celui-ci eſt trop ſenſible, & d'une nature trop différente de ce qu'elle devroit être, pour en accuſer ſeulement Jupiter. En effet, s'il n'y avoit pas d'autres corps qui y contribuaſſent, comment ſe pourroit-il faire que, dans les plus grandes proximités de ces Planetes, le mouvement de Saturne fût tantôt accéléré, & tantôt retardé, comme le démontrent les obſervations rapportées par Mr. Caſſini?

Je crois donc que le ralentiſſement du mouvement qu'éprouve Saturne beaucoup plus ſenſiblement que toutes les autres Planetes, eſt cauſé par l'attraction de pluſieurs Cometes, qui font leurs traverſes dans les immenſes Régions de l'Univers au-delà de lui. Leur nombre & leur grandeur ſont aſſez conſidérables pour pouvoir être ſenſible à l'égard de la peſanteur de Saturne ſur le Soleil, qui n'eſt que la 90me. partie de l'attraction de la Terre vers le centre de notre Syſtême. Auſſi les inégalités de ce ralentiſſement s'expliquent-elles bien plus commodément par les différentes proximités des Cometes, que par tou-

toute autre cause ; & si les Planetes inférieures se sentent moins que Saturne de leur approchement, c'est parce que la force attractive du Soleil est bien plus forte que celle des Cometes dans les Régions inférieures, que dans celle de Saturne, comme nous l'avons déja dit.

CHAP. VINGT-QUATRE.

De la Lumiére Zodiacale, des Cometes, & des Fixes.

De la Lumiére Zodiacale.

LA principale raiſon qui nous engage à faire ici mention de la Lumiére Zodiacale, eſt que certaines Hypothèſes, par leſquelles on explique ce Phénomêne, ſemblent contraires aux Démonſtrations de Neuton ſur le mouvement des corps dans des milieux réſiſtans ; & c'eſt ce qu'il faut tâcher d'éclaircir.

La lumiére zodiacale eſt une clarté ſemblable à celle de la *Voye Lactée*, & quelquefois même plus claire, qui s'étend preſque le long du Zodiaque à 50, 60, 70, 80, 90, & quelquefois à 100 degrés & davantage du lieu du Soleil, de part & d'autre. Ainſi ſes pointes & une grande partie de ſon arc lumineux, quand elle n'eſt pas enveloppée, ou mêlée de notre crépuſcule, paroiſſent avoir un mouvement annuel & journalier autour de la Terre, pareil à celui que le Vulgaire attribue au Soleil. Selon les ſavantes remarques de Mr. de Mairan, tirées des Obſervation de Mrs. Caſſini, Eimmart, Kirch & d'autres, c'eſt ſur la fin de l'Hyver, & au commencement du Printems, que le ſoir eſt plus propre dans nos Climats pour bien obſerver cette Lumiére ; & le matin vers la fin de l'Eté & le commencement de l'Automne. Cette différence eſt un effet de la différente poſition de l'Ecliptique ſur l'Horizon, qui fait tomber la pointe de la lumiére en queſtion, quelquefois plus haut, quelquefois plus bas.

L'an-

L'angle de sa pointe, où les deux côtés se réunissent, est fort inégal. On l'a vu quelquefois de 20 degrés, & quelquefois de huit seulement. Mr. de Mairan rapporte encore des observations de Mr. Cassini, qui l'avoit trouvée d'une figure irréguliére, & courbée comme une faucille; il en rapporte aussi de Mr. Fatio de Duilliers, où les deux côtés ont eu des points qu'on appelle en Géométrie points de rebroussement, ou d'inflexion contraire, semblables à ceux de deux conchoïdes sur une même asymptote.

Une connoissance des plus essentielles de ce Phénomêne, dont nous sommes redevables à la grande sagacité de Mr. de Mairan, est que la section du milieu de cette lumiére, ou de la matiére qui la réfléchit vers nous, est la même que le plan de l'équateur du Soleil, ayant tous deux les mêmes nœuds avec notre Ecliptique, & faisant avec elle un angle de 7 degrés & demi. Cela prouve fort vraisemblablement, que cette matiére appartient naturellement au Soleil;

aussi n'est-ce pas sans raison, qu'on lui a donné le nom d'Atmosphére Solaire, quoiqu'il ne faille pas la confondre avec celle qui l'environne de plus près, & dans laquelle nagent les taches Solaires, qui font avec elle leur révolution périodique en 25 jours & demi.

La Figure de cette Atmosphére extérieure est une Sphéroïde fort platte, dont le grand diametre est souvent 5, ou 8 à 9 fois plus grand, que celui qu'on imagine d'un Pole à l'autre. Son étendue est en différens tems si inégale, que sa pointe supérieure est quelquefois bien au-dessous de l'orbite de la Terre, & va quelquefois bien au-delà. C'est ce qui a porté, Mr. de Mairan à croire, que cette Sphéroïde étoit fort excentrique, & que ses apsides avoient un mouvement bien plus prompt, & peut-être moins régulier, que celles des orbites planétaires. Il faudroit donc que l'aphélie de cette Sphéroïde s'étendît jusqu'entre les orbites de Mars & de la Terre, & que son périhélie se terminât au-dessus de l'orbite de Vénus, sans atteindre celle de la Terre.

Sur

Sur cela on auroit raiſon de demander comment il ſe peut faire, que la Terre & la Lune, qui entrent toutes deux dans cette Atmoſphére Solaire, ne ſentent pas la réſiſtance d'une matiére, qui doit néceſſairement avoir quelque denſité? Pourquoi la vîteſſe de leur mouvement ne ſe ralentit point? Et pourquoi enfin l'orbite de la Terre ne devient pas plus petite de ſiècle en ſiècle, comme cela devroit arriver infailliblement, ſi ce mouvement ſe faiſoit dans un milieu réſiſtant?

C'eſt une vérité inconteſtable, & démontrée par Neuton dans la IV. Section du Livre II. de ſa Philoſophie, que la denſité du milieu étant poſée en raiſon inverſe des diſtances du centre du mouvement, & la peſanteur en double raiſon inverſe de ces mêmes diſtances, le mouvement circulaire doit ſe changer en celui de ſpirale; & que cette ſpirale eſt préciſément celle que Deſcartes & le R. P. Merſène ont connue les premiers; je veux dire, celle qui coupe tous les rayons partans d'un ſeul centre, ſous un angle toujours égal. Donc, ſi l'Atmoſphére

mosphére Solaire enveloppe la Terre & la Lune, les années doivent toujours devenir plus courtes, parce que l'Orbite devient plus étroite : la vîtesse de mouvement annuel & journalier diminuera toujours : le diametre apparent du Soleil nous paroîtra toujours plus grand; & la chaleur augmentera à la fin jusqu'à faire périr tout ce qu'il y a de vivant sur la Terre.

Voici la maniére, dont je crois pouvoir résoudre cette difficulté. Toutes les parties les plus petites de cette Atmosphére sont autant de petites Planetes, qui tournent autour du Soleil, à peu près de la même maniére & dans le même sens, que les grandes qu'on a connues jusqu'ici sous ce nom. Cela fait qu'elles ont elles-mêmes par-tout des vîtesses fort peu différentes de celles de la Terre dans les mêmes distances du Soleil.

On voit bien qu'un amas de particules, qui tournent avec la même rapidité qu'un corps d'une grandeur considérable, qui en est environné, ne peut faire aucune résistance au mouvement que ce corps fait dans le même sens. On voit aussi que, si

les

les vîteſſes de cet aſſemblage de petites Planetes réſiſtent quelquefois un peu à une plus grande qui ſe trouve parmi elles, les vîteſſes du côté oppoſé, qui doivent être plus grandes, lui font bien-tôt regagner, ce qu'elle en avoit perdu auparavant.

C'eſt particuliérement au célèbre Fatio de Duilliers que nous avons l'obligation de cette idée. Quoique ce grand Géométre n'ait pas prévu l'inconvénient, qui naîtroit de la réſiſtance de cette matiére par rapport au mouvement de la Terre, de la Lune, de Vénus & de Mercure; il eſt cependant le premier, qui nous ait averti, que cette lumiére pourroit bien être un amas ſphéroïde de petites Planetes, comme la *Voye Lactée* n'eſt qu'un nombre infini de Fixes ſi petites, qu'on ne peut les appercevoir.

Premiére Objection contre le ſentiment de Mr. de Duilliers.

Mais, quoi, dira-t-on, vous avez détruit au Chapitre XVI. les Tourbillons de Deſcartes, & maintenant vous en établiſſez un autre entiérement contraire à vos principes? Cette Atmoſphére, qui, ſelon

lon vous, doit tourner inceſſamment autour du Soleil, & dont le mouvement s'étend juſqu'au-delà de l'orbite de la Terre, n'eſt-elle pas un nouveau Tourbillon, par lequel vous prétendez remplacer celui que vous vous êtes tant efforcé d'anéantir en faveur de la Philoſophie de Neuton? Et, tourbillon pour tourbillon, pourquoi ne pas adopter plutôt celui de Deſcartes?

A cela je réponds, que les Tourbillons de Deſcartes ſont bien différens du mouvement circulaire ou elliptique des petites Planetes de cette Atmoſphére, auquel je conſens qu'on donne, ſi l'on veut, le nom de Tourbillon, pourvû que l'on m'accorde que celui-ci ne reſſemble point à ceux de Deſcartes. Il n'eſt pas néceſſaire de répéter tous les inconvéniens des Tourbillons que nous avons examinés dans les Chapitres précédens; nous nous contenterons de parler d'une ſeule choſe en quoi ils différent de celui dont il s'agit. En effet, pour que les Tourbillons de Deſcartes ayent aſſez de force pour emporter les Planetes, qui y nagent, il eſt néceſſaire qu'elles n'ayent jamais ni plus, ni moins de

ma-

matiére, que la partie du Tourbillon qui les met en mouvement, ce qui eſt contraire à l'expérience. Car leur mouvement dans leurs aphélies eſt plus lent, que dans leurs périhélies, & cependant la quantité de matiére, qu'elles contiennent, eſt toujours égale. Ce qui les fait tourner, n'eſt donc point une force qui leur eſt imprimée par une matiére étrangere, autrement cette même matiére étant plus vaſte dans leurs aphélies, & plus reſſerrée dans leurs périhélies, produiroit un effet tout-à-fait contraire. Mais notre Tourbillon ne doit pas ſe prendre pour un premier reſſort du mouvement planétaire, puiſque nous conſidérons la peſanteur ou l'attraction vers le Soleil, comme ſa cauſe véritable & primitive. En effet, nous ne le poſons que pour ne pas retarder le mouvement de la Terre & des Planetes inférieures, ce qui eſt bien différent de leur imprimer du mouvement, comme devroient faire ceux de Deſcartes.

Seconde Objection.

On pourroit faire une objection bien plus réelle ſur la nature du mouvement circulaire ou curviligne, cauſé par quelque corps central vers lequel tous les autres ſont attirés.

rés. On ne doute point que le centre des forces ne doive toujours être dans le même plan où ſe fait le mouvement ; car c'eſt une ſuite néceſſaire des Démonſtrations, par leſquelles nous avons prouvé au Chap. XIX. l'égalité des aires décrites en tems égaux. Comment donc, dira-t-on, ſe peut-il faire que deux corps ou pluſieurs, dont la circulation ſe commence dans des plans différens, mais à égale diſtance du Soleil, ne ſe choquent pas quelque part, avant que d'achever ſeulement leur premiére révolution; puiſqu'il eſt impoſſible que deux plans circulaires différens & qui ont pourtant le même centre, ne ſe coupent pas en deux points de leurs périphéries? Néanmoins nous ne voyons pas que cela arrive à la matiére qui produit la lumiére zodiacale, puiſqu'un choc comme celui-là, la réduiroit bien-tôt en une ſeule maſſe, & en feroit une nouvelle Planete, ſelon les théorêmes du mouvement cauſé par la percuſſion, démontré ſi clairement par Mrs. Mariotte, Huygens & Herman. Quoique certains petillements de cette lumiére, obſervés par Mrs. Caſſini & de Duilliers, prouvent aſſez viſiblement que le choc des corpuſcules qui compoſent cette

te

te matiére, eſt quelque choſe de fort commun, cela ne l'empêche pas de ſubſiſter toujours, & d'avoir ſes viciſſitudes de diminution & d'accroiſſement. Mais un choc dans l'interſection de deux, ou de pluſieurs Plans, tel que celui dont nous venons de parler ligne 7 & ſuiv. p. 364, n'a jamais été remarqué, & ne le ſera certainement jamais.

Pour réſoudre cette difficulté, il faut voir ce qui arriveroit, s'il y avoit une ſeconde Terre de la même figure & de la même grandeur que la nôtre, & ſi ces deux Terres ſe touchoient tellement aux deux Poles de leur orbite commune, que le Pole Méridional de l'une fût appliqué immédiatement au Pole Septentrional de l'autre. Il eſt clair que le centre de l'une ou de l'autre décriroit une orbite particuliére, dont le plan non-ſeulement ne paſſeroit pas par le centre du Soleil; mais en ſeroit même éloigné du demi-diametre de chacune des deux.

Je dis plus. Si au lieu de ces deux Terres j'en ſuppoſe quatre, ſix, huit, ou davantage, il en faudra néceſſairement revenir au même raiſonnement ; & la multipli-

 cation

cation de ces corps de part & d'autre ne produira que la multiplication des centres particuliers des orbites particuliéres. Mais le centre commun de gravité de toutes [illegible] Terres jointes ensemble, situé au point [illegible] contact des deux Poles du milieu, décr[illegible] pareillement une orbite qui tiendra le m[illegible] lieu de toutes les autres, & passera imma[illegible] quablement par le centre du Soleil.

Pour revenir aux petits corpuscules q[illegible] composent cette Atmosphére, figuron[illegible] nous que tous ceux qui sont à la même d[illegible] tance du Soleil se touchent ; il n'y a p[illegible] de doute qu'ils ne s'accompagnassent éte[illegible] nellement, comme feroit une rangée [illegible] plusieurs Terres, qui auroient toutes des r[illegible] volutions égales autour du Soleil. Il est vr[illegible] qu'un autre ordre supérieur ou inférieur [illegible] ces corpuscules feroit une révolution pa[illegible] ticuliére dans un tems périodique différe[illegible] de celui de la précédente ; mais ce fero[illegible] toujours de compagnie, & sans que les co[illegible] puscules d'une même rangée se quittassent jamais. Il importe peu que des rangées différentes supérieures & inférieures se touchent, ou ne se touchent pas, pourvû qu'il n'y

n'y ait ni inégalité, ni friction, qui puisse en retarder le mouvement.

Voici encore une objection qu'on pourroit faire contre le mouvement de l'Atmosphére Solaire, tel que nous l'imaginons. Le tems périodique des taches du Soleil & par conséquent de la partie la plus basse de cette Atmosphére, avec laquelle ces taches font visiblement leur révolution, est de 25 jours & demi, que l'on compte depuis qu'une partie de cette Atmosphére a été sous une Fixe quelconque, jusqu'à son retour sous la même Fixe. Troisième Objection.

Comparons maintenant le tems périodique du sédiment de l'Atmosphére Solaire avec celui qu'employent ses parties situées à une élévation égale à celle de la Terre. Pour cet effet nous commencerons par établir que toutes les Planetes, tant grandes que petites, font leurs révolutions dans la même Région du Ciel en tems égaux ; car il n'y a personne qui puisse le nier, sans contredire l'expérience même, qui prouve que la disproportion des masses de Jupiter, de Mars & de Mercure, ne dérange rien à sa proportion de leurs tems périodiques.

Les corpuſcules planétaires de cette Atmoſphére étant à une diſtance égale à celle de notre Terre feront donc leur révolution en une année; mais pour bien expliquer la choſe il faut avoir recours à cette Règle de *Kepler :* Comme le cube de 213 ſémi-diametres du Soleil, qui font la diſtance moyenne de la Terre à cet Aſtre, eſt au quarré de 525949 minutes, ou d'une année, de même le cube d'un ſeul ſémi-diametre du Soleil eſt au quarré de 169 à 170 minutes. Le fond ou le ſédiment de l'Atmoſphére Solaire devroit donc tourner en 169 ou 170 minutes; mais l'expérience nous apprend qu'il fait ſa révolution en 25 jours & demi, comme on l'a vu ci-deſſus, ce qui fait une diſproportion trop ſenſible.

Pour faire voir que cette objection a plus de brillant que de ſolide, il nous ſuffira de dire que l'Atmoſphére Solaire eſt ſéparée en deux parties différentes par un vuide aſſez grand, pour que la partie ſupérieure n'ait aucune communication avec l'inférieure. Or comme cette ſéparation fait que l'Atmoſphére inférieure peut ſuivre le mouvement

ment du Soleil autour de son axe, & avoir le même tems périodique, elle nous met en droit de soutenir que la partie supérieure, pour ne pas tomber sur l'inférieure, a besoin d'un mouvement planétaire, dont les forces centrifuges contrebalancent les centripètes. On ne peut donc s'empêcher de nous accorder que cette Atmosphére supérieure doit avoir différens degrés de vîtesse dans ses différentes parties, autrement les plus basses tomberoient toujours vers le Soleil, & les plus hautes pourroient s'élever même au-delà de Saturne.

DES COMETES.

Neuton est le premier qui nous ait donné la véritable idée du mouvement des Cometes. Cependant Mr. Cassini, le Pere, avoit déja trouvé avant lui le moyen de prédire leur situation apparente, lorsqu'elles ne sont pas trop près du Soleil. Car, quoiqu'il sût très-bien que leur mouvement est curviligne, il ne laissa pas d'en supposer la courbure si peu sensible, qu'on pouvoit la regarder comme une ligne droite; & à l'aide de cette supposition il parvint à un cal-

cul qui ne différe que peu ou point de celui de Neuton, puiſque plus des ſegmens égaux d'une Parabole s'éloignent de ſon ſommet, plus ils approchent d'une ligne droite.

Quand Neuton a inventé l'Hypothèſe du mouvement parabolique des Cometes, pour en rendre le calcul plus Géométrique & moins embarraſſant, il n'a pas cru pour cela que les courbes de leurs trajets ſoient de véritables Paraboles. Au contraire, dans la XLII. Propoſition du III. Livre de ſa Philoſophie il nous enſeigne le moyen de trouver par approximation les grands axes de leurs orbites elliptiques, avec cette reſtriction néanmoins que ces orbites ſont d'une figure ſi oblongue que nous ne ſaurions les voir toutes entiéres. Nous ne voyons donc les Cometes que lorſqu'elles ſont près de leurs périhélies, parce que tout le reſte de leur cours ſe fait dans des Régions ſi éloignées, que notre vûe ne peut porter juſque-là. Ce que nous voyons d'une orbite Cométique n'eſt ſouvent pas la centiéme partie de ce que nous n'en voyons point. Car comme les Cometes ne commencent à paroître ordinairement que quand

quand elles ſont à une diſtance du Soleil plus petite que celle de Jupiter, & plus grande que celle de Mars; lorſqu'elles paſſent dans les Régions ſupérieures & qu'elles ſe trouvent à une diſtance du Soleil égale à celle de Jupiter, leur lumiére eſt ſi foible qu'à peine peut-elle être apperçue.

Comme la Parabole n'eſt qu'une Ellipſe, dont le centre eſt infiniment éloigné de ſon foyer, on s'en ſert, ſuivant les règles de Neuton, au lieu de l'Ellipſe, quand on ne ſait pas préciſément la meſure des deux axes, pourvû que le grand axe excéde du moins 20 fois le petit. Autrement ce ſeroit non-ſeulement une faute conſidérable de prolonger le mouvement parabolique au-delà des diſtances où les Cometes ſont viſibles; mais l'on ſe priveroit encore par-là de l'eſpérance de les revoir jamais.

Ainſi le mouvement des Cometes autour du Soleil reſſemble tellement à celui des Planetes ordinaires, que quoique les premiéres approchent beaucoup plus près de cet Aſtre que les autres, elles ne ſont pas expoſées à tomber ſur lui, lorſque la cour-

be de leur mouvement devient perpendiculaire à sa distance. Car la force centripète étant plus petite que la troisième proportionnelle à la distance du Soleil & à la vîtesse du périhélie, la Planete ou la Comete n'est pas plutôt parvenue à sa plus grande proximité du Soleil, qu'elle commence à s'en éloigner.

Pourquoi les Cometes & les Planetes ne tombent point sur le Soleil dans leurs périhélies.

L'Atmosphére, la durée, la queue & le retour d'une Comete est ce qu'il y a de plus remarquable.

L'Atmosphére d'une Comete différe de celle d'une Planete ordinaire en ce que son noyau est beaucoup plus petit. Il y en a qui ont 15 fois plus de diametre que les corps des Cometes. Aussi une même Atmosphére n'est-elle pas toujours d'une égale extension, vû qu'elle diminue & s'aggrandit par reprises.

On ne sait pas bien encore si ces diminutions & ces accroissemens se font réguliérement aux mêmes distances du Soleil & du périhélie. Car selon les Observations d'Hevelius, alleguées par Neuton, ces Atmosphéres diminuent à mesure qu'elles approchent du

du Soleil, & augmentent à meſure qu'elles s'en éloignent. Au contraire Mr. de Mairan aſſûre, qu'elles groſſiſſent à l'approche du Soleil par les parties de l'Atmoſphére Solaire qu'elles emportent avec elles en paſſant. L'un & l'autre de ces ſentimens paroiſſent fondés ſur ce que les Atmoſphéres des Cometes peuvent diminuer juſqu'à la rencontre de celle du Soleil, dans laquelle elles puiſent de nouvelles matiéres. De plus ces Atmoſphéres contenant un air ſemblable au nôtre, elles doivent toujours occuper plus d'eſpace en deſcendant vers le Soleil qu'en remontant; parce que cet air ſe rarefie extrêmement lorſqu'elles deſcendent, & ſe condenſe de même, lorſqu'elles remontent.

La durée des Cometes ſe prouve, ſelon le raiſonnement de Neuton, par les degrés de chaleur exceſſifs qu'elles ſubiſſent dans leurs périhélies. Ce Philoſophe a calculé que la Comete de l'année 1680, qui paſſa au-deſſus de la ſurface du Soleil juſqu'à un ſixième de ſon diametre, dut ſentir une chaleur 2000 fois plus grande que celle d'un fer rouge. D'où il a conclu que ce corps

devoit être bien compacte & aussi ancien que le monde, puisqu'il fut si près du Soleil & qu'il résista si long-tems à ses rayons, sans s'évaporer.

Comme le sentiment de Neuton est une espèce de Paradoxe pour ceux qui ne sont pas bien au fait de ces matiéres, il est bon de voir surquoi il est appuyé. La ligne comprise entre le centre du Soleil & la Comete en question dans son périhélie, étoit au rayon de l'orbite de la Terre comme 600 sont à 100000. La chaleur qui se fait sentir à la Terre fut donc alors à celle de la Comete comme 360000 sont à 10000000000, ou comme 1 est à 28000. Or comme la plus grande chaleur de l'Eté n'est à celle de l'eau bouillante que comme 1 est à $3\frac{1}{2}$; & que cette derniére est encore quatre fois moindre que celle d'un fer rouge, il a trouvé que cette chaleur est à celle de la Comete comme 14 sont à 28000, ou comme 1 est à 2000.

Si une balle de fer rougie au feu perd sa chaleur en une heure, & que le tems qu'il faut pour refroidir des Sphéres échauffées soit

ſoit comme leurs diametres & leurs degrés de chaleur, il faudra 108 millions d'années pour refroidir le corps de cette Comete, s'il eſt égal à notre Terre.

Pourquoi les Orbites des Cometes ſont ſi excentriques.

Cette réflexion nous découvre & nous fait également admirer la ſageſſe du Créateur. Rien ne pourroit ſubſiſter dans les Cometes, ſi elles n'avoient pas une chaleur ſuffiſante pour la conſervation de leur matiére. La Nature, afin de leur en donner autant qu'elles en avoient beſoin, même dans les Régions les plus reculées, où un mouvement circulaire, ou peu excentrique, les auroit privés de la chaleur du Soleil, a augmenté ſi conſidérablement leurs excentricités, que l'embraſement qu'elles ſouffrent pendant très-peu de tems, fait qu'elles jouïſſent d'une chaleur tempérée pendant le reſte de leur révolution. Mais ſi d'un autre côté il y a des Créatures animées dans les Cometes, comme Mr. Huygens a prouvé qu'il y en a dans les Planetes, il faut abſolument qu'elles ſe retirent dans les cavités intérieures de ces Cometes, pour ſe garantir de cet incendie général qui ſe fait à leurs ſurfaces extérieures.

A confidérer la figure irréguliére de quelques Cometes, on juge qu'elles ne tournent point autour de leur axe; parce qu'elles ne fauroient avoir cette rotation fans avoir en même tems une figure fphérique, ou fphéroïde, & un feul noyau enfermé dans leur atmofphére. Mais on en a vu quelques-unes, qui n'étoient ni exactement fphériques, ni fphéroïdes: d'autres qui paroiffoient un amas de plufieurs noyaux de figures & de grandeurs différentes; ce qui ne convient nullement à un mouvement journalier, & rend la pofition de leur axe extrêmement variable. Outre cela leurs queues, qui font très-inégales, & qui changent prefqu'à tous momens, devoient ou retarder fenfiblement, ou arrêter tout-à-fait le tournoyement dont eft queftion, ce qu'on n'a point encore remarqué.

Mais fi les Cometes ne tournent point autour d'elles-mêmes, il faut qu'avant & après leur embrafement la même partie foit prefque toujours expofée au Soleil; & qu'il n'y ait par conféquent qu'une moitié de leurs Sphéres qui foit habitable, puifqu'elle voit

voit toujours le Soleil, & que l'autre est ensévelie dans une nuit de plusieurs années, ou de plusieurs siècles ; ce qui n'empêche pourtant pas que cet hémisphére n'ait autant de chaleur que celui qui est éclairé. Pour expliquer cette espèce de Paradoxe nous ajouterons à ce qui a été dit page 375, que la chaleur qu'elles peuvent recevoir du Soleil dans leurs aphélies n'est pas la 10000me. partie de celle qui se sent aux Poles de la Terre, & que celle qui reste après qu'elles ont passé leurs périhélies doit être égale par toute leur surface.

La fumée qui sort des Cometes, & qui se disperse dans les Régions du Ciel qu'elles traversent, compose leurs queues. Elles commencent à se former un peu avant que les Cometes arrivent à leurs périhélies, & dès que la chaleur du Soleil est assez forte pour enflammer les matiéres combustibles de leurs surfaces, & pour que la fumée fasse brêche à leurs atmosphéres. Il est pourtant vrai que cet incendie commence un peu avant qu'on en voye la fumée ; mais nous ne considérons ici que le moment où

nous commençons à appercevoir leurs queues.

Elles ne ſont jamais plus longues que quand les Cometes ſortent de leurs périhélies, après quoi elles diminuent toujours, lors même qu'elles s'approchent de la Terre. C'eſt par ces degrés d'augmentation & de diminution que le ſavant Neuton a connu que les queues des Cometes n'étoient que des fumées. Cela ſe confirme encore par leur direction qui s'étend toujours vers les parties oppoſées au Soleil. On ne ſauroit donner une comparaiſon plus ſenſible de la choſe, que celle qu'en a donné ce Philoſophe, quoiqu'elle ait beſoin d'être un peu plus circonſtanciée.

Figurons-nous donc une torche allumée dont le lumignon ſoit renverſé, & qui par un mouvement projectile tourne autour de la Terre; toute ſa fumée montera en haut, & tendra à s'éloigner du centre de la Terre malgré ce renverſement. De plus cette fumée ſe courbera tellement vers les Régions contraires à la direction du mouvement de la torche, que la partie ſupérieure ſem-

ſemblera ſe mouvoir moins vîte que l'inférieure. Et ce qu'il y a encore de plus remarquable, c'eſt que la fumée paroîtra plus large en haut qu'en bas, comme on le voit par celle qui au ſortir des cheminées occupe toujours plus d'eſpace qu'elle n'en occupoit auparavant. Tout cela quadre parfaitement avec les Phénomênes de ces queues. La partie embraſée d'une Comete, qui eſt tournée vers le Soleil, pouſſe ſa fumée à l'oppoſite de cet Aſtre.

Cette fumée a toujours quelque courbure à ſon extrémité, qui eſt d'autant plus reclinée, c'eſt-à-dire, panchée en arriére, que la queue eſt plus longue; & la même extrémité ſe trouve auſſi plus large que celle qui adhére au corps de la Comete. Cette comparaiſon eſt ſi juſte qu'elle ne laiſſe aucun lieu de douter que la queue des Cometes ne ſoit une véritable fumée que cauſe leur embraſement à l'approche du Soleil.

Voici une autre cauſe que Mr. de Mairan aſſigne fort ingénieuſement à la queue des Cometes, & que nous allons tâcher de con-

concilier, autant qu'il eſt poſſible, avec celle que Neuton vient de nous fournir. Il remarque que les Cometes en paſſant par l'Atmoſphére Solaire en ramaſſent non-ſeulement des parties qui font corps avec elles, comme il a été dit page 373; mais encore d'autres qui ne peuvent d'abord ſuivre la Comete, & s'en détachent pour former derriére elle une eſpèce de Cone. Cette figure, ſelon ce grand Philoſophe, pouſſée par la matiére céleſte, prend une route contraire à celle de la Comete, comme la chevelure d'une tête, que l'on porteroit contre le vent, prendroit une direction contraire à cette tête.

Cette comparaiſon n'eſt bonne que pour les queues naiſſantes des Cometes, qui n'ont pas encore atteint leurs périhélies. Car les amas coniques de l'Atmoſphére Solaire que les Cometes traînent après elles & le commencement de leurs fumées étant deux cauſes différentes, qui ne laiſſent pas de produire les mêmes apparences, les uns & les autres doivent faire les mêmes effets ſur notre vûe. Mais au-delà de leurs périhélies la matiére céleſte dirige vers le Soleil cel-

qui

qui s'accroche aux Cometes. Ainsi l'on ne doit pas s'étonner si leurs fumées s'observent beaucoup plus facilement que ce petit amas de matiére qu'elles emportent avec elles.

La révolution périodique des Cometes fait aujourd'hui le principal objet de l'attention de plusieurs Philosophes. Le retour de celle qui parut en 1682 pourroit se prédire, selon Neuton, pour l'année 1757, ou 1758. Il y a tout lieu de croire que c'est la même qui fut vue en 1607 ; car il se trouve si peu de différence entre la vîtesse, les nœuds & l'inclinaison de l'une & de l'autre, qu'on peut la regarder comme un pur effet de l'attraction des Planetes & des autres Cometes.

Mr. Cassini a trouvé que presque tous ces Corps passagers ont une route différente de celle des Planetes. On a ignoré jusqu'ici de quelle conséquence sont ce nouveau Zodiaque & ce retour périodique des Cometes, pour la conservation du Genre Humain. Imaginez-vous, par exemple, que ce sont des Corps fortuits, qui se trouvent par hazard

dans notre Ecliptique; quel desastre ne seroit-ce pas pour notre Terre, si malheureusement elle venoit à se trouver au même point? L'idée de deux bombes qui créveroient en se choquant en l'air, est infiniment au-dessous de celle qu'on en doit avoir. Heureusement pour nous, on a découvert que la plûpart des Cometes dans les nœuds de leurs orbites sont bien moins éloignées du Soleil, que ne sont notre Terre, Venus & Mercure. C'est ce qui fait toute notre sûreté, & qui nous fait connoître combien nous avons de graces à rendre à Dieu pour un si grand bienfait.

Les Cometes par leurs retours inopinés produisent quelquefois des Phénomênes tout-à-fait surprenans, quand on en ignore la cause. Telle est, selon Whiston, l'éclipse extraordinaire de Soleil dont parle Hérodote, & qui arriva au Printems de l'année 4334 de la Période Julienne, lorsque Xerxès partit de Sardes, Capitale de la Lydie, où il avoit passé l'Hyver. Telle est aussi selon Wolff, celle de Lune, qui arriva dans le XVme. Siècle, puisque ce célèbre Mathématicien dans ses Elémens de Phy-

que

que dit, après George Phranza, que ce Phénomêne n'a pu arriver naturellement, la Lune étant alors dans une de ſes quadratures. Enfin, il en eſt de même de celui dont Grégoire Abulpharache, Auteur Arabe, fait mention dans ſon Hiſtoire des Dynaſties Orientales, où il marque, que ſous l'Empereur Héraclius le Soleil parut par tout le Monde, pendant trois jours, rouge comme du ſang ; ce qui toutefois a pu arriver par l'interpoſition de la queue d'une Comete.

Des Fixes.

Comme le Syſtême de Neuton paroît ſe contredire à l'égard des Fixes, qui, ſelon lui, ſe tirent les unes les autres, & demeurent pourtant immobiles, il faut commencer par éclaircir ſon ſentiment, & faire voir qu'il n'implique aucune contradiction.

Contradiction apparente du Syſtême de Neuton à l'égard des Fixes.

La diſtance qu'il y a d'une Fixe à l'autre eſt ſi immenſe, que leur chûte ne feroit pas ſeulement une lieue en un an. C'eſt ce qu'on va voir par le calcul ſuivant. 1°. Selon nos ſupputations pages 280 & 281. les corps pe-

ſants, en comptant rondement, tombent ſur la ſurface du Soleil de 1260000 pieds, tout au moins, pendant la premiére minute. 2°. Selon Huygens les Fixes les plus proches du Soleil en ſont éloignées de 28000 ſémi-diametres de l'orbite de la Terre, ou environ, c'eſt-à-dire, de plus de 5600000 ſémi-diametres Solaires, dont le quarré eſt 31360000000000. Donc la Fixe la plus proche de cet Aſtre s'avance vers lui de $\frac{1260000}{31360000000000}$ d'un pied, pendant la premiére minute. Mais ſi au lieu de cette fraction l'on compte $\frac{1}{25000000}$ d'un pied, l'on trouvera pour la premiére année 11000 pieds, à peu de choſe près, eu égard à la ſomme totale.

Neuton a démontré dans la XII. Propoſition du III. Livre de ſa Philoſophie, que le centre commun de gravité de notre Syſtême Planétaire feroit eloigné de celui du Soleil même, d'un de ſes ſémi-diametres, c'eſt-à-dire, de 400000000 pieds, ou à peu près, ſi toutes les Planetes étoient d'un côté & cet aſtre de l'autre. Quelle diſproportion donc entre le dérangement du Soleil

leil, causé par les Planetes qui l'environnent, & celui qui vient de l'attraction de la Fixe qui en est plus près ; j'entends, entre 11000 & 4000000000 pieds ?

Or comme le Soleil se trouve tantôt d'un côté du centre universel de son propre Systême, tantôt de l'autre, & que la même chose arrive à chaque Fixe à l'égard des Planetes inconnues qui l'environnent, l'on voit clairement que ces corps lumineux s'attirent réciproquement par des forces beaucoup plus foibles que celles qui les éloignent quelquefois les uns des autres. Ces vicissitudes d'approchement & d'éloignement sont donc ce qui retient toujours les Fixes dans leur assiette naturelle, sans qu'elles puissent jamais tomber les unes sur les autres.

Comme quelques Fixes, qui, selon les observations de Montanaro, ont disparu depuis quelques années, n'ont pas empêché celles qui sont restées, d'être stables, il faut voir quelles peuvent être les causes de leur disparition. Le célèbre Wolff en spécifie trois dans sa Physique. 1°. Elles peu-

vent, ſelon lui, acquérir du mouvement & par-là ſe dérober à nôtre vûe : 2°. En retombant dans le Chaos elles peuvent créver & s'évaporer entiérement ; Et 3o. elles peuvent ou perdre tout-à-fait leur lumiére, ou en perdre du moins aſſez pour nous devenir inviſibles.

La premiére de ces cauſes paroît d'autant moins vraiſemblable, que l'attraction de la Fixe, qui diſparoîtroit, deviendroit plus forte & précipiteroit, les unes ſur les autres, toutes celles qui l'environneroient. La ſeconde n'eſt pas plus recevable, vû que cette prétendue diſſolution changeroit la gravitation réciproque des Etoiles les plus voiſines de celle qui s'évanouïroit, & qu'elles n'auroient plus rien qui les tiendroit en équilibre. Ainſi nous adopterons la troiſième, parce qu'en ſuppoſant la ſtabilité de la Fixe, elle conſerve toute ſa force attractive.

Il faut faire le même jugement des retours périodiques d'apparition & de diſparition des Etoiles, qu'on a obſervées dans les Conſtellations de la Baleine, du Cigne &

& de l'Hydre. Car quoique la partie qui nous regarde ſoit plus ou moins lumineuſe, & que nous les perdions quelquefois tout-à-fait de vûe, elles ne quittent pas pour cela leurs places, & leur attraction ne laiſſe pas de tenir l'Univers en équilibre.

Il s'enſuit de tout ce raiſonnement, que la gravitation réciproque de deux Fixes ne diminue pas précisément en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, ſur-tout aux environs du centre commun de leur peſanteur. Il s'enſuit auſſi que la loi de la gravitation peut varier, comme on le peut voir ſur la fin du Chapitre VII. où il eſt parlé des différentes ſortes d'attraction. L'action de l'Aiman ſur le Fer en raiſon inverſe des cubes de ſes diſtances, & celle des corps tranſparens ſur les rayons, ou les atomes de la lumiére, nous prouvent la réalité auſſi-bien que la poſſibilité de la choſe.

CHAPITRE VINGT-CINQ.

Des secondes inégalités du mouvement des Satellites, & des Phénomênes qui en dépendent.

APrès avoir rapporté au Chapitre XXI. diverses particularités du mouvement de la Lune, pour établir la nécessité de l'attraction, il nous reste à faire voir dans celui-ci que la Théorie de ces inégalités, causées par ce méchanisme, est entiérement conforme aux Observations.

Neuton assigne trois causes à ces sortes d'ir-

d'irrégularités. Il prétend: 1°. Que la force qui tire la Lune vers la Terre, eſt moindre que celle qui tire ces deux Planetes vers le Soleil: 2°. Qu'en conſidérant les orbites comme exactement circulaires, la force qui tire la Terre vers le Soleil eſt toujours égale, au lieu que celle qui tire la Lune vers cet Aſtre eſt plus grande dans ſa Conjonction que dans ſon Oppoſition; Et 3°. Que les lignes d'attraction, qui tendent vers le Soleil ſe reſſerrent à meſure qu'elles en approchent, & augmentent toujours la gravitation de la Lune vers la Terre, ſurtout lorſque cette Planete eſt dans ſes Quadratures.

Si l'on ſuppoſe, par exemple, que la Lune ſoit en Conjonction avec le Soleil, on verra que, par ſa ſeule gravitation vers la Terre, elle décrira en 10 heures 20 min. un petit arc de 100 parties, dont 1000 compoſent le rayon de ſon orbite, & 336000 font ſa diſtance du Soleil. Or ſi pendant ce tems-là la Lune parcourt 100 parties de ſon rayon, il faut que (ſuivant la règle du mouvement circulaire dont nous avons fait mention page 372 lignes 3 & 4) comme 1000 par-

parties de ce dit rayon ſont à 100 (corde qui différe très-peu de l'arc en queſtion,) de même le nombre de 100 ſoit à 10, chûte (*uniforme*) de la Lune vers la Terre. Mais ſi l'on veut déterminer les chûtes de la Terre & de la Lune vers le Soleil, il faut ſe conformer aux règles données pages 268 & 269, en diſant par cette opération abregée : 1°. Comme 1. (diſtance de la Lune à la Terre) diviſé par le quarré d'un mois périodique, eſt à 337 diviſés par le quarré d'une année, ainſi 10 (chûte de la Lune vers la Terre) ſont à 19, chûte de la Terre vers le Soleil ; 2°. Comme le quarré de 336000 eſt au quarré de 337000, ainſi 19 (chûte de la Terre vers le Soleil) ſont à $19\frac{19}{168}$, chûte de la Lune vers cet Aſtre. Il y a donc $\frac{19}{168}$ d'une ſeule partie du rayon de la Lune, qu'il faut ôter de 10 parties du même rayon, pour trouver ſa véritable chûte vers la Terre, qui ſera ſeulement de $9\frac{149}{168}$, au lieu qu'elle ſeroit de 10, ſans l'action particuliére du Soleil ſur ce Satellite. Par la même raiſon, la diſtance de la Lune à la Terre, qui étoit de 1000 parties, ſe trouvera de $1000\frac{19}{168}$; ce qui contribuera encore plus à la dimunition de ſa peſanteur.

Tan-

Tandis que la Lune eſt encore ſi peu éloignée de ſa Conjonction, la force qui la pouſſe vers la ligne des Syzygies n'a rien de conſidérable; mais elle augmente à meſure que cette Planete approche de ſon Quartier. Lorſqu'au contraire elle y eſt parvenue, cette ſeconde force, qui agit en même ſens que ſa peſanteur vers la Terre, la pouſſe toujours vers notre Globe, juſqu'à ce qu'étant dans ſon Oppoſition elle ne s'en trouve plus éloignée que de 1000 parties.

Par le mêlange de ces deux forces, l'éloignement de la Lune à la Terre, dans ſes Quadratures, ſera de 1023 à 1024 parties, en continuant le calcul que nous avons ébauché ci-deſſus, & en ſe ſouvenant de l'obliquité naiſſante de la configuration de ce Satellite avec le Soleil. Au reſte nous n'admettons point encore ici d'excentricité, autrement l'orbite ſeroit toujours ovale, quoique de largeur & de figure différentes, ſelon la capacité de l'angle compris entre les deux lignes des apſides & des conjonctions. Car en ſuppoſant cet angle *Zero*, l'excentricité devient plus grande que

que s'il étoit de 90 degrés, puisque le grand axe au premier cas eſt de 2000 & au ſecond de 2047. Il eſt vrai que nos dimenſions ne ſont pas les mêmes que celles de Neuton ; mais comme ce grand Homme reconnoît, ſur la fin de ſa Préface, que ſa Théorie Lûnaire a ſes imperfections, nous avons cru qu'il ſuffiſoit de nous attacher à ſes Principes, ſans nous aſſujettir à ſes meſures.

Quant aux Satellites qui compoſent l'anneau de Saturne, on trouvera, par un pareil calcul, que le grand axe de leur Orbite eſt au petit comme 1000 ſont à $1000\frac{1}{94}$, & que par conſéquent cette même Orbite eſt 2250 fois moins ovale que celle de la Lune.

Mais pour raſſûrer ceux qui pourroient douter que notre calcul ſoit conforme aux Obſervations, revenons aux excentricités, que nous n'avons fait qu'indiquer ci-devant, & faiſons voir, par une nouvelle ſupputation, qu'elles s'accordent avec les diametres apparens & les mouvemens horaires de la Lune.

Lorſ-

Lorsque les Apſides tombent dans les Syzygies, la plus grande excentricité de l'Orbite étant, ſelon les plus fameux Aſtronomes, à la diſtance médiocre de la Lune comme 67 ſont à 1000, on conçoit bien que l'Apogée eſt éloigné de 1067 de la Terre, & le Périgée de 933. Par la même raiſon, quand les apſides ſont aux quadratures, l'excentricité en queſtion n'étant que de 44, & la diſtance médiocre de 1024, celle de l'Apogée à la Terre doit être de 1068, & celle du Périgée de 980.

Or le diametre apparent de la Lune dans ſon Apogée eſt, (à compter rondement) de 29 min. 40 ſec. & ne varie jamais qu'entre 1067 & 1068. Au contraire il varie toujours dans ſon Périgée depuis 34 min. juſqu'à 32½, c'eſt-à-dire en raiſon inverſe de 933 à 980. Donc les diſtances de l'Apogée & du Périgée ſont préciſément, ſuivant notre calcul, en raiſon inverſe des diametres apparens, qu'on a trouvés juſqu'ici par les Obſervations.

Le mouvement horaire ne prouve pas moins

moins l'exactitude de ces rapports. Car tant que les aires décrites sont égales, ces mouvemens sont par-tout en raison inverse des quarrés des distances. Ainsi comme le quarré de 933 est à 29 min. 20 sec. (horaire de l'Apogée) de même le quarré de 1067 est, selon les Observations, à 38 minutes, horaire du Périgée dans les Syzygies. Et si le quarré de 980 donne 29 min. 20 sec., celui de 1067 en donnera, conformément aux Observations, 35 d'horaire du Périgée dans les Quadratures.

On voit aussi que, par les mêmes loix de la gravitation vers le Soleil, la Lune qui n'est pas dans l'Ecliptique, s'en doit approcher jusqu'aux Syzygies; parce que, selon l'angle de son orbite avec la nôtre, sa Latitude devient toujours moindre qu'elle ne devroit être. Cet angle diminue donc à chaque instant, & au lieu que dans les Quadratures, près des nœuds, il étoit de 5 degrés 18 min. il n'est que de 5 degrés dans les Conjonctions comme dans les Oppositions; ce qui rend la surface de l'orbite curviligne. Si au contraire les nœuds se trouvent dans les Syzygies, l'action du Soleil

leil ne diminue point les Latitudes, l'angle en question demeure toujours le même, & l'orbite devient une surface plane. Quant à leur mouvement, il est alors d'une extrême lenteur, parce que l'action du Soleil, qui est, pendant un tems assez considérable, presque parallèle à la distance de la Lune & de la Terre, ne se ralentit guère; mais il n'en est pas de même des Quadratures, où ils rétrogradent considérablement. Car la Lune les rencontre chaque mois environ trois heures plutôt, sur-tout au milieu de son Croissant aussi-bien que de son Decours, où la différence de sa gravitation & de celle de la Terre vers le Soleil augmente & diminue plus vîte que par-tout ailleurs.

La précession des Equinoxes est encore aussi-bien que la rétrogradation des nœuds un effet de ces inégalités, quoique beaucoup plus lente, parce que la quantité de la matiére terrestre, qui est sous l'Equateur, différe très-peu de celle des Méridiens, & que ce petit excédant, sous l'Equinoxiale, tient la place d'un Satellite, ou d'un anneau tel que celui de Saturne.

Mouvement des Poles de la Terre, p. 295.

Il

Il y a quelques autres causes qui rendent le mouvement des Satellites un peu irrégulier, mais dont l'effet n'est guére considérable que par rapport à eux. On a remarqué que l'Apogée du premier & du quatrième Satellites de Jupiter est constamment le même que celui de cette Planete, & que ce n'est qu'après plusieurs révolutions de celle-ci que l'orbite du troisième se retrouve à la même inclinaison. Aussi les nœuds de ces quatre petites Etoiles n'ont-ils point varié, du moins depuis plus de cent ans qu'il y a qu'on les observe. En un mot, toutes ces inégalités n'approchent pas de celles de la Lune, sans parler de sa rotation, qui différe considérablement de c[illegible] qu'on a cru appercevoir dans les autres [illegible]tellites.

Après avoir parcouru tous ces différens mouvemens, nous ne pouvons guère nous dispenser d'en indiquer la cause. Elle n'est pas si obscure que bien des gens pourroient se l'imaginer. La voici en peu de mots: le nombre & la proximité des Satellites font que leur attraction réciproque l'emporte beaucoup sur l'action du Soleil. Par-là

là il eſt aiſé de juger que l'anneau de Saturne doit extrêmement déranger les Satellites qui font leurs revolutions autour de lui, ſur-tout les plus petits & les plus excentriques. On conçoit pareillement que l'attraction de cet anneau doit retarder conſidérablement la chûte des corps ſur la ſurface de Saturne. Enfin, l'exemple du flux & du reflux de la Mer ne nous permet pas de douter de cette vérité. Car il s'enſuit de tout ce qui a été dit au Chapitre XVIII., que la peſanteur du centre de la Terre vers la Lune eſt toujours la même ; au lieu que les eaux qui ſe trouvent entre ce centre & cette Planete, y ſont attirées avec plus de [illegible]ſſe, que lorſque le tournoyement journalier de la Terre les a fait paſſer au point [illegible]métralement oppoſé.

Voilà ce que nous avions à dire des principaux effets de l'Attraction Neutonienne, telle que ce fameux Mathématicien l'a imaginée, en la regardant comme la cauſe unique de la réfraction de la Lumiére, & comme le premier reſſort du Méchaniſme de l'Univers. Il eſt vrai qu'en qualité de Philoſophe, il lui aſ-

ſigne un empire bien plus vaſte dans la Nature, en réduiſant ſous ſes loix toutes les opérations de la chaleur, le mêlange des Mixtes, leur décompoſition, & l'électricité qu'on remarque dans l'ambre, le diamant, la cire d'Eſpagne & autres corps de cette nature; mais nous n'entrerons point dans ce détail, parce qu'il nous meneroit trop loin, & qu'il n'a aucun rapport à la Géométrie, que nous n'avons point perdu de vûe dans tout cet Ouvrage. Nous le finirons donc ſans parler de la double réfraction du Cryſtal d'Iſlande, de la diminution de la denſité & de l'élaſticité de l'air, de la ténacité des milieux viſqueux, dans leſquels peut ſe mouvoir un corps quelconque, ni de pluſieurs autres matiéres ſemblables. C'eſt par la même raiſon, que nous n'avons touché que legérement certaines choſes, comme la préceſſion des Equinoxes & le retour périodique des Marées; Phénomênes où il faut qu'il y ait encore quelqu'autre cauſe mixte, qui a été inconnue juſqu'ici. Car ſi l'on ignore ce qui fait l'égalité du mouvement des points Equinoxiaux de Jupiter & des nœuds de ſes

Sa-

Satellites, l'on ne ſait pas plus pourquoi le flux & le reflux de la Mer ſuivent plutôt le moyen que le vrai mouvement de la Lune. Du moins faut-il convenir, que la concurrence des actions du Soleil & d'un Satellite ſur la Planete principale dans les Sizygies, ou leur différence dans les Quadratures, ne ſauroit rendre raiſon de ces deux expériences.

FIN.

ERRATA.

Le Lecteur est prié de corriger les endroits marqués ci-dessous, sans quoi il ne pourroit pas quelquefois trouver le sens de l'Auteur.

Page.	*Ligne.*	*Faute.*	*Correction.*
4	6	un fausse	une fausse
23	5	le Nature,	la Nature,
29	6	yon,	point de virgule.
46	2	A, B, C.	A, B.
53	1	B, A, C.	B & C.
73	dern.	huit	quatre
74	2	quatre	huit
78	20	à deux	à huit
79	8	deux pieds	huit pieds;
105	15	Or qu'elle	Or quelle
128	dern.	La rayon	Le rayon
148	3	de courbes	de droites infiniment petites
182		Dans la Planche	
		au-dessus de *Si*, $\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$
		& au-dessus de *La*, $\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
192	4	récipent	récipient
198	15	se meuvent & agissent	se mouvoient & agissoient
237	10	qu'el	qu'elle
246	4	S, B, A. S, H, B.	S, B, A. S, C, B.
259	5	dans Jupiter	dans les Satellites de Jupiter
267	23	la Soleil	le Soleil
269	1	elliplique	elliptique
281	11	27	24
289	1	27	24
289	3	plus dense	*Après* dense *ajoutez une virgule & ces mots:* & que le diametre du Soleil surpasse seulement 97 fois & demi celui de la Terre.
289	6	413	350
295	dern.	Chap. suivant.	Chap. XXV.